

الطابعي

2020

إعداد الاستاذ

حبيب الجنابي

الضمان في الحلول الوزارية

الكيمياء

للصف السادس العلمي الاحيائي

للسنوات 2013 - 2019

1479





بسم الله الرحمن الرحيم

بعد الجهد المتواصل والعمل المستمر تم ولله الحمد اكمال الطبعة الاولى من الاصدار الجديد لملزمة الكيمياء (الضمان في الحلول الوزارية) للصف السادس الاحيائي ، والتي تحتوي على كافة الاسئلة الوزارية لداخل وخارج القطر والتمهيدي والنازحين والمؤجلين والخاص والتكميلي والموصل ولسبع سنوات منذ تغير المنهج في 2013 التمهيدي ولغاية 2019 الدور الثالث مع الحلول النموذجية كما وردت من مركز الفحص المركزي (الكونترول) ، علماً انها تمثل اكثر من 95 % من المنهج المقرر .

وتم جمع وترتيب الاسئلة الوزارية حسب الفصول والمواضع والسنوات وبتقنية ودقة عالية وبتدرج واضح وتم جمع الكلاميات سوية كالتعاريف والتعاليل وبعض الاسئلة المتفرقة اضافة الى وزاريات المسائل وكل موضوع مستقل عن الاخر مثال وزاريات بفر تم جمعها في جزيئين الاول للحامض الضعيف وملحه والثاني للقاعدة الضعيفة وملحها بعد اضافة الالكتروليت القوي لهما وهكذا في بقية المواضيع والفصول .

ويمكن للطالب من خلالها التعرف على طبيعة الاسئلة الوزارية وتغيراتها ونمطها من خلال تغير الارقام او المطلب او الخارجي منها وملاحظة الاسئلة التي يمكن حلها باكثر من طريقة وجميعها مقبولة وزارياً ، اما ما تحتويه لبعض الرموز فهي للدلالة مثال ، (ت) تعني تمهيدي و (خ ق) تعني خارج القطر .

وسوف تتوفر في كافة المكاتب في بغداد والمحافظات وبالطبعة الفاخرة الملونة وغلاف 3D ومن اصدار مكتب الطابعي وباسعار مناسبة وتضاف الى سلسلة الاصدارات في كيمياء السادس العلمي كالملزمة النموذجية في الكيمياء (بجزئين) والمراجعة المركزة في الكيمياء والتي حصدت الدرجة الكاملة ولكافة الادوار .

واخيرا يمكن لطلابي الاعزاء بملاحظة الاخطاء الواردة ان وجدت كالاخطاء الطباعية ونحوها وابلاغي عنها وارسالها لغرض تصويبها ، ولله ولي التوفيق .



2020

الباركودات الخاصة بمواقع الأستاذ حبيب الجنابي

مدرس مادة الكيمياء

موقع حبيب الجنابي الخاص



قناتنا على اليوتيوب



كروب المساعد في الكيمياء



07725746075







صفحة على الفيس الخاصة بالكيمياء



حسابنا على الانستكرام



الصفحة الشخصية فيسبوك



قناتنا على التلكرام



الفصل الاول - علم الثرموداينمك

التعاريف

1) النظام المفتوح :
وهو النظام الذي تسمح حدوده بتبادل مادة النظام وطاقته مع المحيط ، مثال اناء معدني مفتوح يحتوي على ماء مغلي . (ت/ 2013)

2) النظام المغلق:
وهو النظام الذي تسمح حدوده بتبادل الطاقة فقط ولا تسمح بتبادل مادة النظام مع المحيط ، مثال اناء معدني مغلق يحتوي على ماء مغلي . (د1/ 2013) (د3/ 2017)

3) النظام المعزول :
وهو النظام الذي لا تسمح حدوده بتبادل المادة و الطاقة مع المحيط ، مثال الثرموس .
(2014 /د 1 خاص) (2015 /د2) (2016 /د1) (2017 /د 2) (2017 /د 1 خ ق) (2018 /د3)

4) السعة الحرارية:
(وهي كميه الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة m مقداره بالغرام $\{m(g)\}$ من اي مادة درجة سيليزية واحدة ووحدتها J/C^o) . (2017 /د 2- خ ق)

5) الحرارة النوعية c:
(هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة غرام واحد $(1g)$ من اي مادة درجة سيليزية واحدة ووحدتها هي $(J/g.C^o)$
(2014 /د 1) (2014 /د 2) (2014 /د 1- خاص)

6) دالة الحالة :
هي تلك الخاصية او الكمية التي تعتمد على الحالة الابتدائية للنظام قبل التغير، والحالة النهائية للنظام بعد التغير بغض النظر عن المسار الذي تم من خلاله التغير، مثال الانثالبي ، الانتروبي ، طاقة كبس الحرة . (د2/2013) (ت/ 2018) (2019 /د2)

7) الخواص الشاملة: وهي تشمل جميع الخواص التي تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثال الانثالبي ، الانتروبي ، طاقة كبس الحرة ، السعة الحرارية . (2017 /د 1)

8) الخواص المركزة: وهي الخواص التي لا تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام مثال الكثافة ، الحرارة النوعية ، درجة الحرارة ، الضغط ، جهد الخلية E_{Cell} . (2013 /د 3) (2018 /د 1)

9) ΔH_f^o : وهي الحرارة اللازمة (ممتصة او منبعثة) لتكوين مول واحد من اي مركب من عناصره الاساسية المتواجدة وبأثبت صورها في الظروف القياسية $25C^o$ و ضغط $1atm$. (2017 /د 2 - موصل)

10) ΔH_C^o : وهي الحرارة المتحررة من حرق مول واحد من اي مادة حرقاً تاماً مع الاوكسجين عند الظروف القياسية من درجة حرارة $25C^o$ و ضغط $1atm$. (2016 /د1- خ ق) (2018 /د 1 -خ ق) (2019 /د 1) (2019 /د 1 – خ ق)

11) قانون هيس: عند تحويل المتفاعلات الى نواتج فأن التغير في انثالبي التفاعل هو نفسه سواء تم التفاعل في خطوة واحدة او سلسلة من الخطوات . (2015/د1- نازحين) (2016 /د 2)

التعاليل

1) عملية انصهار الجليد تلقائية بالظروف الاعتيادية (3 د/ 2013) (2014 /د 2 -خاص) (2015 /د 1) (2017 /ت) (2018 /ت) (2018 /د 1 -خ ق) (2019 /ت)

ΔH موجبة $(+)$ ماص لان العملية انصهار
ΔS موجبة $(+)$ زيادة في الانتروبي لانه انصهار
ΔG سالبة $(-)$ لانه تلقائي من السؤال

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
$- = + \quad -(+)$
$- = + \quad -$
العملية تلقائية بسبب $T\Delta S > \Delta H$

---

2) لا يتحلل الماء الى عناصره الاولية بالظروف الاعتيادية (1 د/ 2013) (2014/د1- خاص) (3 د/ 2014) (2 د/ 2015)

ΔH موجبة $(+)$ ماص لانه تفكك
ΔS موجبة $(+)$ زيادة في الانتروبي بسبب (تفكك) وتحول السائل الى غاز
ΔG موجبة $(+)$ لانه غير تلقائي من السؤال

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
$+ = + \quad -(+)$
$+ = + \quad -$
التفاعل غير تلقائي بسبب $\Delta H > T\Delta S$

---

3) يذوب غاز ثنائي اوكسيد الكبريت في الماء تلقائيا ويبعث حرارة اثناء عملية ذوبانه (2013/د1- خ ق) (2 د/ 2013) (2017 /د 2- خ ق)

ΔH سالبة $(-)$ لانه باعث من السؤال
ΔS سالبة $(-)$ لانه ذوبان غاز في سائل(نقصان في الانتروبي)
ΔG سالبة $(-)$ لانه تلقائي من السؤال

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
$- = - \quad -(-)$
$- = - \quad +$
التفاعل تلقائي بسبب $\Delta H > T\Delta S$

---

4) لا تتفكك كاربونات الكالسيوم بدرجات الحرارة الاعتيادية (2015/د1 نازحين) (2016/ت) (1 د/ 2017) (2016 /د1- خ ق) (2017 /د3- موصل)

ΔH موجبة $(+)$ ماص لانه تفكك
ΔS موجبة $(+)$ بسبب تحرر غاز من صلب
ΔG موجبة $(+)$ لانه غير تلقائي من السؤال

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
$+ = + \quad -(+)$
$+ = + \quad -$
التفاعل غير تلقائي بسبب $\Delta H > T\Delta S$

---

5) تفكك اوكسيد الزئبق II يكون تلقائي دائماً عند درجات الحرارة العالية (2017 /د 1- خ ق)

ΔH موجبة $(+)$ ماص لانه تفكك
ΔS موجبة $(+)$ بسبب تحرر (تفكك) غاز من صلب
ΔG سالبة $(-)$ لانه تلقائي من السؤال

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
$- = + \quad -(+)$
$- = + \quad -$
العملية تلقائية بسبب $T\Delta S > \Delta H$

6) لا ينجمد الماء تلقائياً بالظروف الاعتيادية (1 د/ 2014) (1د/2018) (2018 د/ 2 خ- ق)

ΔH سالب $(-)$ باعث لانه انجماد
ΔS سالبة $(-)$ تقصان في الانتروبي لانه العملية انجماد
ΔG موجبة $(+)$ لانه غير تلقائي من السؤال
العملية غير تلقائية بسبب $T\Delta S > \Delta H$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$+ = - \quad -(-)$$
$$+ = - \quad +$$

---

7) ينجمد الماء تلقائياً بدرجات الحرارة المنخفضة جداً وليس بدرجات الحرارة الاعتيادية (2017 د/ 2 - موصل) (2017 – د1- موصل)

ΔH سالبة $(-)$ باعث لانه انجماد
ΔS سالبة $(-)$ تقصان في الانتروبي لانه العملية انجماد
ΔG موجبة $(-)$ لانه غير تلقائي من السؤال

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$- = - \quad -(-)$$
$$- = - \quad +$$

العملية تلقائية بسبب $\Delta H > T\Delta S$

---

8) ذوبان ملح الطعام في الماء عملية تلقائية وهي ماصة للحرارة . (2014– ت)

ΔH موجبة $(+)$ ماص لانه ذوبان
ΔS موجبة $(+)$ لانه ذوبان
ΔG سالبة $(-)$ لانه تلقائي من السؤال

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$- = + \quad -(+)$$
$$- = + \quad -$$

العملية تلقائية بسبب $T\Delta S > \Delta H$

---

9) عملية تبخر الماء عملية تلقائية (2016 د/ 3)

ΔH موجبة $(+)$ ماص لانه تبخر
ΔS موجبة $(+)$ زيادة في الانتروبي لانه انجماد
ΔG سالبة $(-)$ لانه تلقائي من السؤال

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$- = + \quad -(+)$$
$$- = + \quad -$$

العملية تلقائية بسبب $T\Delta S > \Delta H$

---

10) تزداد انتروبي النظام بالتسخين . (2018 د/ 2)

ج/ وذلك لان عملية التسخين تودي الى :
1) زيادة الحركات الانتقالية والدورانية والاهتزازية للجزيئات
2) زيادة انواع الطاقات المرتبطة جميعها بالحركة الجزيئية

---

11) قيمة ΔS لتسامي المواد الصلبة اكبر من الصفر . (2017 د/ 2)

ج/ وذلك لان الذرات او الجزيئات في الحالة الصلبة تكون محصورة في مواقع ثابتة اما في الطور الغازي تنتشر بشكل عشوائي اكثر لملئ فراغات جميع الحيز الذي تتواجد فيه .

12) للتفاعل التالي: $4Al_{(S)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2Al_2O_{3(S)} \quad \Delta H_r^o = -3340\ KJ/mol$
ΔH_r^o لا تساوي ΔH_C^o و ΔH_f^o ، علل ذلك ؟ (ت/ 2017) (د3/ 2017)

ج/ $\Delta H_r^o \neq \Delta H_f^o$ لان التفاعل لا يحقق الشروط الثلاثة للتكوين بسبب تكون $2mol$ من Al_2O_3 ، وكذلك $\Delta H_r^o \neq \Delta H_C^o$ لان التفاعل لا يحقق الشروط الثلاثة للاحتراق بسبب احتراق $4mol$ من Al .

---

13) ΔH_r^o للتفاعل الغازي: $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)}$ لا تساوي ΔH_f^o لـ H_2O علل ذلك ؟ (د 2/ 2016)

ج/ بسبب ان المتكون ليس مول واحد حيث تكون مولين من الماء .

---

14) في عملية تجمد كحول الاثيل يكون التغير في الانتروبي ΔS اصغر من الصفر . (د 1/ 2019)

ج/بما ان عملية الانجماد تحول كحول الاثيل السائل الى الكحول الصلب الذي تكون فيه جزيئات الكحول اكثر انتظاماً $(\Delta S < 0)$

---

15) ΔH_r^o للتفاعل الغازي: $H_{2(g)} + F_{2(g)} \longrightarrow 2HF_{(g)}$ لا تساوي ΔH_f^o . (د 1/ 2015 - خ ق)

ج/ بسبب ان المتكون ليس مول واحد حيث تكون مولين من HF .

اسئلة متفرقــــة

س/1) ماهي الظواهر التي يفسرها علم الثرموداينمك ؟ (د 1/ 2014 - خاص)

ج / 1) سبب حدوث التفاعلات الكيميائية.
2) التنبؤ بحدوث التغيرات الكيميائية والفيزيائية.
3) حدوث بعض التفاعلات تلقائيا واخرى لا تحدث بشكل تلقائي وبنفس الظروف .
4) سبب حدوث الطاقة المصاحبة للتفاعلات الكيميائية .

س/2) ما الفرق بين الخواص الشاملة والمركزة مع مثال لكل منهما . (د 2/ 2016)
ج/

الخواص الشاملة	الخواص المركزة
1) وهي تشمل جميع الخواص التي تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام . 2) مثال الانثالبي ، الانتروبي ، طاقة كبس الحرة ، السعة الحرارية .	1) وهي الخواص التي لا تعتمد على كمية المادة الموجودة في النظام . 2) مثال الكثافة ، الحرارة النوعية ، درجة الحرارة ، الضغط ، جهد الخلية E_{Cell} .

س/3) ما الفرق بين الحرارة النوعية والسعة الحرارية ؟ وما وحدات هاتين الكميتين (ت/ 2018) (د 1/ 2017 /موصل)
ج/



السعة الحرارية	الحرارة النوعية
وهي كميه الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة m مقداره بالغرام من اي مادة درجة سيليزية واحدة .	هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كتلة غرام واحد $(1g)$ من اي مادة درجة سيليزية واحدة .
وحدتها $(J/.C^o)$	وحدتها $(J/g.C^o)$
من الخواص الشاملة	من الخواص المركزة

س/4) ما الفرق بين النظام المفتوح والنظام المغلق . (2019 /ت)

ج/
النظام المفتوح :
وهو النظام الذي تسمح حدوده بتبادل مادة النظام وطاقته مع المحيط ، مثال اناء معدني مفتوح يحتوي على ماء مغلي .
النظام المغلق:
وهو النظام الذي تسمح حدوده بتبادل الطاقة فقط ولا تسمح بتبادل مادة النظام مع المحيط ، مثال اناء معدني مغلق يحتوي على ماء مغلي .

س/5) ما الفرق بين والنظام المغلق النظام المعزول مع اعطاء مثال لكل منهما (2019 /د 3)

ج/ الجواب هو التعريف مع مثال .

س/6) ما حرارة الاحتراق القياسية ؟ وما الشرط الاساسي لتساوي انثالبي التفاعل القياسية وانثالبي الاحتراق القياسية ؟ (2019/د1)

ج/ التعريف سبق ذكره والشرط هوحرق مول واحد من اي مادة حرقاً تاماً مع الاوكسجين عند الظروف القياسية من درجة حرارة $25C^o$ و ضغط $1atm$.

س/7) $\Delta H_f^o = \Delta H_r^o$ متى يتساويان ؟ (2017/ د 1 – خ ق)

ج/ لها ثلاث شروط : 1) يتكون مول واحد من المادة 2)من عناصره الاساسية 3) وبأثبت صورة .

مثال: $\Delta H_r^o = -394\ KJ/mol$ $C_{\text{graphite}} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$



س/8) تنبأ فيما اذا كان التغير في الانتروبي ΔS اكبر او اقل من الصفر للعمليات الاتية :

أ) تجمد كحول الاثيل (2019/د1)
ب) تبخر سائل البروم (2018/د1)
جـ) ذوبان الكلوكوز في الماء (2017/ت)
د) تبريد غاز النتروجين من $80C^o$ الى $20C^o$ (2017/ت)
هـ) تسخين غاز H_2 من $20C^o$ الى $80C^o$ (2015/د1- نازحين) (2014/د3)

ج/
أ) بما ان عملية الانجماد تحول كحول الاثيل السائل الى الكحول الصلب الذي تكون فيه جزيئات الكحول اكثر انتظاماً $(\Delta S < 0)$

ب) تحول البروم السائل الى بخار البروم يزيد من عشوائية الجزيئات وبالتالي فالتغير في الانتروبي اكبر من الصفر $(\Delta S > 0)$

جـ) تنتشر جزيئات الكلوكوز الصلب في الماء مما يؤدي الى زيادة العشوائية اي التغير في الانتروبي اكبر من الصفر $(\Delta S > 0)$

د) يقلل تبريد غاز النتروجين من $80C^o$ الى $20C^o$ من عشوائية النظام مما يؤدي الى نقصان في الانتروبي $(\Delta S < 0)$.

هـ) يزيد التسخين من عشوائية النظام اي يزيد من الانتروبي (موجبة +) او $(\Delta S > 0)$.

س/9) انتشار رائحة العطر في الغرفة بعد رفع قنينة العطر عملية............. . ج/ تلقائية (1د-2017/ موصل)

س/10) تبريد غاز H_2 من $90C^o$ الى $30C^o$ يؤدي الى .... في الانتروبي . ج/ نقصان (3د/2016)

س/11) تقسم الخواص العامة للمواد الى .... و .... ج/ الخواص الشاملة والخواص المركزة (2د/2014)

مسائل الحرارة q

س/1) قطعة من النحاس كتلتها $0.006Kg$ سخنت من $21C^o$ الى $124C^o$. احسب كمية الحرارة بوحدات الكيلوجول (kJ) ، اذا علمت ان الحرارة النوعية للنحاس $(0.39\,J/g.C^o)$. (1د-2017/ خ - ق)

ج/

1) نجد ΔT: $\Delta T = T_f - T_i = 124C^o - 21C^o = 103C^o$

2) نجد $m(g)$: $m = 0.006Kg \times \frac{1000\,g}{1Kg} = 6g$

3) نجد q: $q = \varsigma \times m \times \Delta T = 0.39J/g.C^o \times 6g \times 103C^o = 241J$

4) نحول الحرارة الى kJ: $q(KJ) = 241J \times \frac{1\,kJ}{1000\,J} = 0.241\,KJ$

س/2) سخنت عينة من مادة مجهولة كتلتها $155g$ من $25C^o$ الى $40C^o$ ، درجة حرارة، ما ادى الى امتصاص حرارة مقدارها $5700\,J$ احسب الحرارة النوعية لهذه المادة . (2د/2017) (ت–2016)

ج/

1) نجد ΔT: $\Delta T = T_f - T_i = 40C^o - 25C^o = 15C^o$

2) نجد ς: $q = \varsigma \times m \times \Delta T \Rightarrow 5700\,J = \varsigma \times 155g \times 15C^o$

$\varsigma = 2.45\,J/g.C^o$

س/3) تغيرت درجة حرارة قطعة من المغنيسيوم كتلتها $10g$ من $25C^o$ الى $45C^o$ مع اكتساب حرارة مقدارها $205J$ ، احسب الحرارة النوعية لقطعة المغنيسيوم . (2 د/ 2019) (1د-2013/ خ - ق)

ج/

1) نجد ΔT: $\Delta T = T_f - T_i = 40C^o - 25C^o = 15C^o$

2) نجد ς: $q = \varsigma \times m \times \Delta T \Rightarrow 5700\,J = \varsigma \times 155g \times 15C^o$

$\varsigma = 2.45\,J/g.C^o$

س/4) احسب كمية الحرارة المنبعثة بوحدات (kJ) من $350g$ زئبق عند تبريدها من $80C^o$ الى $15C^o$ ، اذا علمت ان الحرارة النوعية للزئبق $(0.14\,J/g.C^o)$. (3 د/ 2019)

ج/

1) نجد ΔT: $\Delta T = T_f - T_i = 12C^o - 77C^o = -65C^o$

2) نجد q: $q = \varsigma \times m \times \Delta T = 0.14J/g.C^o \times 350g \times (-65C^o) = -3185J$

3) نحول الحرارة الى kJ: $q(KJ) = -3185J \times \frac{1\,kJ}{1000\,J} = -3.2\,KJ$



س/5) ما مقدار الحرارة الناتجة من تسخين قطعة من الحديد كتلته$(870g)$ من $5C^o$ الى $95C^o$ علما ان الحرارة النوعية للحديد $0.45J/g.C^o$ ؟ (2013– ت)

ج/

1) نجد ΔT $\quad \Delta T = T_f -$ $T_i = 95C^o - 5C^o = 90C^o$

2) نجد q $\quad q = ς \times m \times \Delta T = 0.45J/g.C^o \times 870g \times 90C^o = 35235J$

مسائل المسعر

س/1) وضعت $3g$ من مركب الكلوكوز $C_6H_{12}O_6$ الكتلة المولية للكلوكوز $(M = 180\ g/mol)$ في وعاء العينة ثم ملئ وعاء التفاعل بغاز الاوكسيجين وضع هذا الوعاء داخل الوعاء المعزول الذي ملئ بكمية $1200g$ من الماء (الحرارة النوعية للماء $4.2J/g.C^o$) وكانت درجة الحرارة الابتدائية تساوي $21C^o$ احرق بعد ذلك المزيج فأرتفعت درجة حرارة المسعر ومحتوياته الى $25.5C^o$ احسب كمية الحرارة المتحررة بوحدة KJ نتيجة احتراق $1mol$ من الكلوكوز . (2015 د 1)

ج/

1) نجد ΔT $\quad \Delta T = T_f - T_i = 25.5C^o - 21C^o = 4.5C^o$

2) نجد q $\quad q = ς \times m \times \Delta T = 4.2J/g.C^o \times 1200g \times 4.5C^o = 22680J$

3) بما ان الحرارة متحررة (منبعثة) لذا تعطى q اشارة سالبة اي : $\quad q = -22680J$

4) نجد عدد المولات للكلوكوز $\quad n = \frac{m(g)}{M(\frac{g}{mol})} = \frac{3\ g}{180\frac{g}{mol}} = 0.017mol$

5) نجد (q) المتحررة من احتراق $1mol$ من الكلوكوز : $\quad q = \frac{q\ (J)}{n\ (mol)} = \frac{-22680\ J}{0.017\ mol} = -1334118\frac{J}{mol}$

6) نجد الانثالبي ΔH : (بثبوت الضغط) $\quad \Delta H = q_p = -1334118\frac{J}{mol}$

7) نجد الانثالبي ΔH بوحدة KJ : $\quad \Delta H\ (KJ/mol) = -1334118\frac{J}{mol} \times \frac{1\ (KJ)}{1000\ (J)} = -1334\ (\frac{KJ}{mol})$

س/2) اذا تم حرق $3g$ من مركب الهيدرازين N_2H_4 كتلته المولية تساوي $M = 32\ g/mol$ في مسعر مفتوح يحتوي على $1000g$ من الماء (الحرارة النوعية للماء $4.2J/g.C^o$) فان درجة الحرارة ترتفع من $24.6C^o$ الى $28.2C^o$ احسب الحرارة المتحررة نتيجة الاحتراق والانثالبي لاحتراق $1mol$ من الهيدرازين بوحدة KJ/mol على افتراض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة . (2013 د 1) (2017– ت)

ج/

1) نجد ΔT $\quad \Delta T = T_f - T_i = 28.2C^o - 24.6C^o = 3.6C^o$

2) نجد q $\quad q = ς \times m \times \Delta T = 4.2J/g.C^o \times 1000g \times 3.6C^o = 15120J$

3) بما ان الحرارة متحررة (منبعثة) لذا تعطى q اشارة سالبة اي : $\quad q = -15120J$

4) نجد عدد المولات الهيدرازين: $\quad n = \frac{m(g)}{M(\frac{g}{mol})} = \frac{3\ g}{32\frac{g}{mol}} = 0.094mol$

5) نجد الحرارة المتحررة (q) من احتراق $1mol$ من الهيدرازين :

$$q = \frac{q\,(J)}{n\,(mol)} = \frac{-15120J}{0.094\,mol} = -160851\frac{J}{mol}$$

6) نجد الانثالبي ΔH : (بثبوت الضغط)

$$\Delta H = q_p = -160851\frac{J}{mol}$$

7) نجد الانثالبي ΔH بوحدة KJ :

$$\Delta H(KJ/mol) = \Delta H\frac{J}{mol} \times \frac{1\,(KJ)}{1000\,(J)}$$

$$\Delta H(KJ/mol) = -160851\frac{J}{mol} \times \frac{1\,(KJ)}{1000\,(J)} = -161\left(\frac{KJ}{mol}\right)$$

س/3) اذا تم حرق عينة كتلتها $1.5g$ من حامض الخليك CH_3COOH (الكتلة المولية للحامض $= 60g/mol$) بوجود كمية وافية من الاوكسيجين ، وكان المسعر يحتوي على $750g$ من الماء (الحرارة النوعية للماء $4.2J/g.C^o$) فاذا ارتفعت درجة حرارة المسعر ومحتوياته من $24C^o$ الى $28C^o$ احسب كمية الحرارة التي يمكن ان تنبعث نتيجة احتراق مول واحد من الحامض ، على فرض ان السعة الحرارية للمسعر مهملة . (2 د 2013)

ج/

1) نجد ΔT

$$\Delta T = T_f - T_i = 28C^o - 24C^o = 4C^o$$

2) نجد q

$$q = \varsigma \times m \times \Delta T = 4.2J/g.C^o \times 750g \times 4C^o = 12600\,J$$

3) بما ان الحرارة متحررة (منبعثة) لذا تعطى q اشارة سالبة اي :

$$q = -12600J$$

4) نجد عدد مولات الحامض المحترقة:

$$n = \frac{m(g)}{M(\frac{g}{mol})} = \frac{1.5\,g}{60\frac{g}{mol}} = 0.025mol$$

5) نجد الحرارة المتحررة (q) من احتراق $1mol$ من الحامض :

$$q = \frac{q\,(J)}{n\,(mol)} = \frac{-12600J}{0.025\,mol} = -504000\frac{J}{mol}$$

6) نجد الانثالبي ΔH : (بثبوت الضغط)

$$\Delta H = q_p = -504000\frac{J}{mol}$$

س/4) عند حدوث تفاعل كيميائي في مسعر سعتة الحرارية الكلية تساوي $2.4K\,J/C^o$ فان درجة حرارة المسعر ترتفع بمقدار $0.12C^o$ ، احسب التغير في الانثالبي لهذا التفاعل بوحدات الجول . (2 د 2018)

ج/

1) نجد q

$$q = C \times \Delta T = 2.4K\,J/C^o \times 0.12C^o = 0.288KJ$$

بما ان التفاعل في مسعر لذلك فأن q تكون سالبة (باعث) اي

$$q = -0.288KJ$$

2) حساب ΔH بما التفاعل في مسعر مفتوح

$$\Delta H = q_p = -0.288KJ$$

3) نحول وحدة ΔH الى الجول:

$$\Delta H = -0.288KJ \times \frac{1000\,J}{1kJ} = -288J$$

انواع الانثالبيات

س1/ احسب التغير في انثالبي التكوين القياسية $\Delta H_f^o\ (Al_2O_3)$ والتغير في انثالبي الاحتراق القياسية (Al) ΔH_C^o في التفاعل الاتي :

$$4Al_{(S)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2Al_2O_{3(S)} \quad \Delta H_r^o = -3340\ KJ/mol$$

(3 د/ 2013) (1 د/ 2014) (1- د/ 2017 موصل)

ج/

1) نجد ΔH_f^o لـ (Al_2O_3) من قانون المجموع $\sum$

$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o\,(products) - \sum n\Delta H_f^o\,(reactants)$$

$$\Delta H_r^o = [2\Delta H_f^o(Al_2O_{3(S)})] - [4\Delta H_f^o(Al_{(S)}) + 3\Delta H_f^o(O_{2(g)})]$$

$$-3340 = [2\Delta H_f^o(Al_2O_{3(S)})] - [4(0) + 3(0)]$$

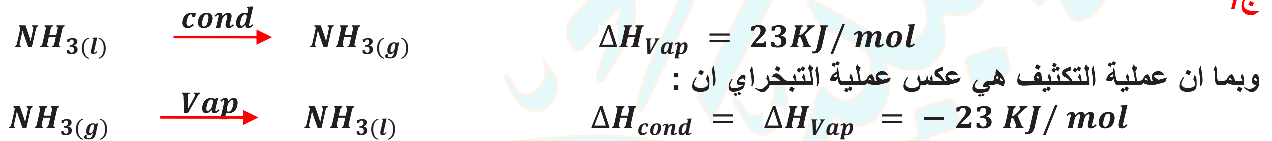
$$\Delta H_f^o = -1670\ KJ/mol$$

2) نجد ΔH_C^o لـ (Al) :

$$\Delta H_C^o = \frac{\Delta H_r^o}{n\ \text{المحترقة}} = \frac{-3340\ kJ}{4mol} = -835\ KJ/mol$$

س2/ اذا علمت ان انثالبي التبخر للامونيا تساوي $23KJ/\,mol$. احسب انثالبي التكثيف للامونيا . (ت –2015)

ج/



$$NH_{3(l)} \xrightarrow{cond} NH_{3(g)} \qquad \Delta H_{Vap} = 23KJ/\,mol$$

وبما ان عملية التكثيف هي عكس عملية التبخراي ان :

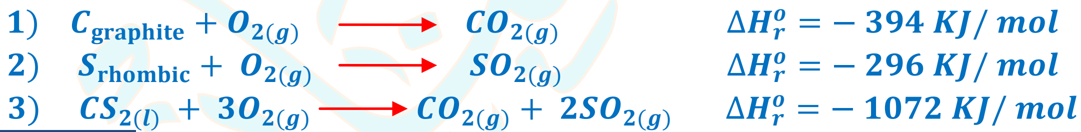
$$NH_{3(g)} \xrightarrow{Vap} NH_{3(l)} \qquad \Delta H_{cond} = \Delta H_{Vap} = -23\ KJ/\,mol$$

وزاريات هيس

س1/ احسب انثالبي التكوين القياسية للمركب $CS_{2(l)}$ من عناصره الاساسية باثبت صورها

$$C_{graphite} + 2S_{rhombic} \longrightarrow CS_{2(l)} \qquad \Delta H_f^o\ (CS_{2(l)}) = ?\ KJ/mol$$

اذا اعطيت المعادلات الحرارية الاتية :



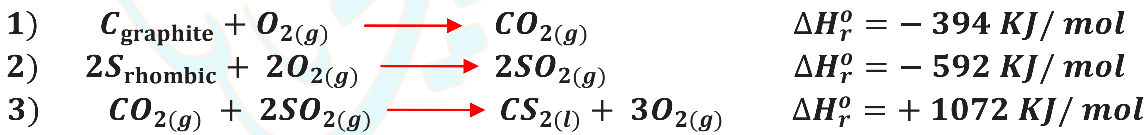
1) $C_{graphite} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -394\ KJ/\,mol$

2) $S_{rhombic} + O_{2(g)} \longrightarrow SO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -296\ KJ/\,mol$

3) $CS_{2(l)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -1072\ KJ/\,mol$

(3- د/ 2017 موصل)

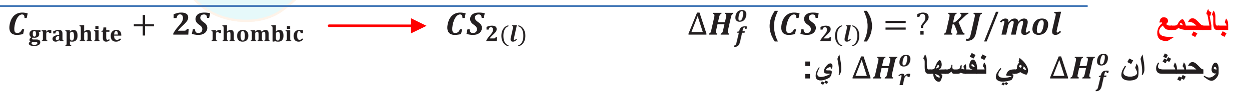
ج/ المعادلة الاولى تبقى كما هي والثانية تضرب في (2) وتعكس الثالثة



1) $C_{graphite} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -394\ KJ/\,mol$

2) $2S_{rhombic} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 2SO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -592\ KJ/\,mol$

3) $CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)} \longrightarrow CS_{2(l)} + 3O_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = +1072\ KJ/\,mol$



بالجمع

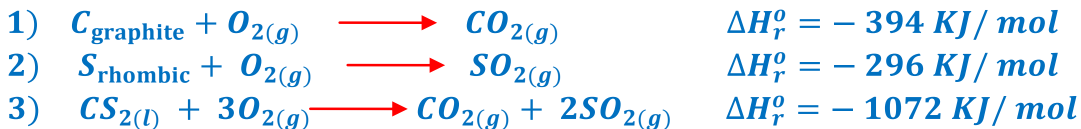
$$C_{graphite} + 2S_{rhombic} \longrightarrow CS_{2(l)} \qquad \Delta H_f^o\ (CS_{2(l)}) = ?\ KJ/mol$$

وحيث ان ΔH_f^o هي نفسها ΔH_r^o اي:

$$\Delta H_f^o\ (CS_{2(l)}) = -394\ KJ + (-592\ KJ) + 1072\ KJ = 86\ KJ/mol$$

س2/ احسب انثالبي التكوين القياسية للمركب $CS_{2(l)}$ من عناصره الاساسية باثبت صورها (ت/ 2016)

اذا اعطيت المعادلات الحرارية الاتية :



1) $C_{graphite} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -394\ KJ/\,mol$

2) $S_{rhombic} + O_{2(g)} \longrightarrow SO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -296\ KJ/\,mol$

3) $CS_{2(l)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -1072\ KJ/\,mol$

ج/ كتابة معادلة تكوين $CS_{2(l)}$: $\Delta H_f^o\ (CS_{2(l)}) = ?\ KJ/mol$ $\quad C_{graphite} + 2S_{rhombic} \longrightarrow CS_{2(l)}$

المعادلة الاولى تبقى كما هي والثانية تضرب في (2) وتعكس الثالثة

$$1)\quad C_{graphite} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -394\ KJ/mol$$
$$2)\quad 2S_{rhombic} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 2SO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -592\ KJ/mol$$
$$3)\quad CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)} \longrightarrow CS_{2(l)} + 3O_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = +1072\ KJ/mol$$

بالجمع $\quad C_{graphite} + 2S_{rhombic} \longrightarrow CS_{2(l)} \qquad \Delta H_f^o\ (CS_{2(l)}) = ?\ KJ/mol$

وحيث ان ΔH_f^o هي نفسها ΔH_r^o اي:

$$\Delta H_f^o\ (CS_{2(l)}) = -394\ KJ + (-592\ KJ) + 1072\ KJ = 86\ KJ/mol$$

س/3) احسب انثالبي التكوين القياسية للمركب ثنائي كبريتيد الكاربون CS_2 من عناصره الاساسية بأثبت صورها: $C_{كرافيت} + 2S_{معيني} \longrightarrow CS_{2(l)}$ اذا علمت ان حرارة الاحتراق القياسي لكل من الكرافيت $-393.5\ KJ/mol$ والكبريت المعيني $-296\ KJ/mol$ ولسائل ثنائي كبريتيد الكربون $-1072\ KJ/mol$ (3 د/ 2016)

ج/ $C_{graphite} + 2S_{rhombic} \longrightarrow CS_{2(l)} \qquad \Delta H_f^o\ (CS_{2(l)}) = ?\ KJ/mol$

كتابة المعادلات الحرارية للاحتراق :

$$1)\quad C_{graphite} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -394\ KJ/mol$$
$$2)\quad S_{rhombic} + O_{2(g)} \longrightarrow SO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -296\ KJ/mol$$
$$3)\quad CS_{2(l)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -1072\ KJ/mol$$

المعادلة الاولى تبقى كما هي والثانية تضرب في (2) وتعكس الثالثة:

$$1)\quad C_{graphite} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -394\ KJ/mol$$
$$2)\quad 2S_{rhombic} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 2SO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -592\ KJ/mol$$
$$3)\quad CO_{2(g)} + 2SO_{2(g)} \longrightarrow CS_{2(l)} + 3O_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = +1072\ KJ/mol$$

بالجمع $\quad C_{graphite} + 2S_{rhombic} \longrightarrow CS_{2(l)} \qquad \Delta H_f^o\ (CS_{2(l)}) = ?\ KJ/mol$

وحيث ان ΔH_f^o هي نفسها ΔH_r^o اي:

$$\Delta H_f^o\ (CS_{2(l)}) = -394\ KJ + (-592\ KJ) + 1072\ KJ = 86\ KJ/mol$$

س/4) اذا علمت ان انثالبي احتراق كل من غاز CO ، H_2 ، CH_3OH بوحدات KJ/mol هي على التوالـــــي : $(-727\ ,\ -286\ ,\ -284)$ احسب ΔH_r^o بأستخدام قانون هيس للتفاعل الاتي:

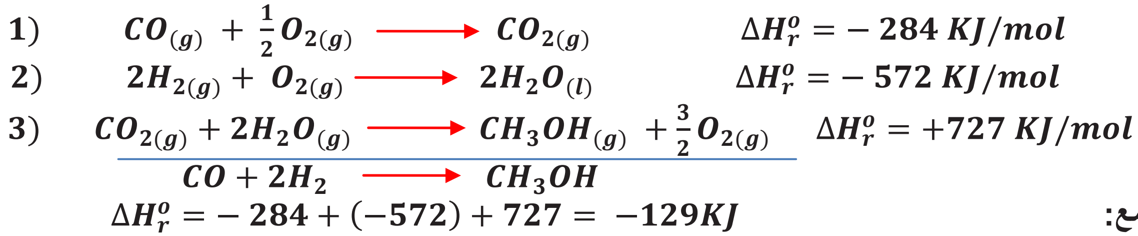
$$CO + 2H_2 \longrightarrow CH_3OH$$

(1 د/ 2017) (3 د/ 2016)

ج/ بما ان الحل بطريقة استخدام قانون هيس لذلك لابد من كتابة معادلات الاحتراق للغازات الثلاثة (وبشرط احتراق مول واحد من المادة مع الاوكسجين حرقاً تاماً) وكالاتي :

$$1)\quad CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -284\ KJ/mol$$
$$2)\quad H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -286\ KJ/mol$$
$$3)\quad CH_3OH_{(g)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -727\ KJ/mol$$

المعادلة تبقى كما هي والثانية تضرب بالعدد 2 و تعكس الثالثة:



1) $CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -284\ KJ/mol$

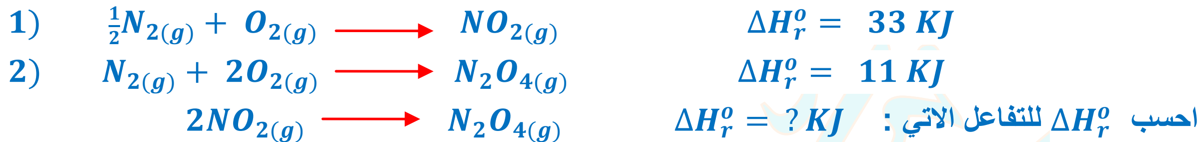
2) $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -572\ KJ/mol$

3) $CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)} \longrightarrow CH_3OH_{(g)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = +727\ KJ/mol$

$CO + 2H_2 \longrightarrow CH_3OH$

بالجمع: $\Delta H_r^o = -284 + (-572) + 727 = -129KJ$

س/5) اذا اعطيت المعادلات الحرارية التالية عند درجة حرارة $25C^o$ و ضغط $1atm$. (د2-2018/ خ - ق)



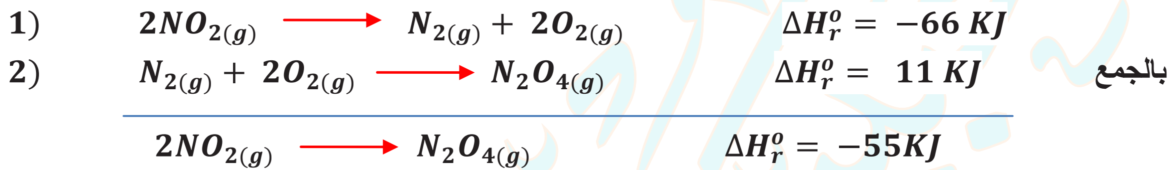
1) $\frac{1}{2}N_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow NO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = 33\ KJ$

2) $N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow N_2O_{4(g)} \qquad \Delta H_r^o = 11\ KJ$

احسب ΔH_r^o للتفاعل الاتي : $2NO_{2(g)} \longrightarrow N_2O_{4(g)} \qquad \Delta H_r^o = ?KJ$

ج/

المعادلة (1) تعكس وتضرب بالعدد 2 اما المعادلة (2) فتبقى كما هي :

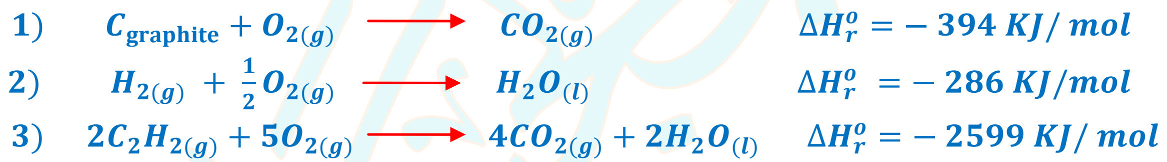


1) $2NO_{2(g)} \longrightarrow N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -66\ KJ$

2) $N_{2(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow N_2O_{4(g)} \qquad \Delta H_r^o = 11\ KJ$ بالجمع

$2NO_{2(g)} \longrightarrow N_2O_{4(g)} \qquad \Delta H_r^o = -55KJ$

س/6) احسب انثالبي التكوين القياسية للاستيلين $C_2H_{2(g)}$ من عناصره الاساسية من المعادلات الحرارية الاتية:



1) $C_{graphite} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -394\ KJ/mol$

2) $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -286\ KJ/mol$

3) $2C_2H_{2(g)} + 5O_{2(g)} \longrightarrow 4CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -2599\ KJ/mol$

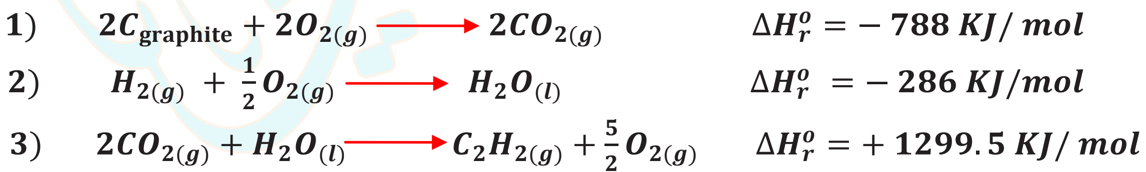
(د1/ 2018) (د1/ 2017- موصل)

ج/ نكتب معادلة تكوين الاستيلين (المعادلة الهدف):



$2\,C_{graphite} + H_{2(g)} \qquad C_2H_{2(g)} \qquad \Delta H_f^o\ (C_2H_{2(g)}) = ?\ KJ/mol$

المعادلة (1) تضرب بالعدد 2 ، المعادلة (2) تبقى كما هي ، المعادلة (3) تعكس وتقسم على العدد 2 وكالاتي:



1) $2C_{graphite} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -788\ KJ/mol$

2) $H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -286\ KJ/mol$

3) $2CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow C_2H_{2(g)} + \frac{5}{2}O_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = +1299.5\ KJ/mol$



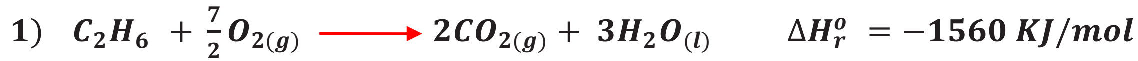
$2\,C_{graphite} + H_{2(g)} \longrightarrow C_2H_{2(g)} \qquad \Delta H_f^o\ (C_2H_{2(g)}) = ?\ KJ/mol$

وحيث ان ΔH_f^o هي نفسها ΔH_r^o اي:

$\Delta H_f^o\ (C_2H_{2(g)}) = -788\ KJ + (-286\ KJ) + 1299.5\ KJ = 225.5\ KJ/mol$

س/7) اذا علمت ان انثالبي احتراق كل من غاز الايثان C_2H_6 والاثيلين C_2H_4 و H_2 هي على الترتيب $(-1560$ ، -1411 ، $-286)$ مقدرة بـ KJ/mol ، احسب ΔH_r^o للتفاعل الغازي: $C_2H_6 \qquad C_2H_4 + H_2$ بأستخدام قانون هيس . (د1 /2017 – خ ق)

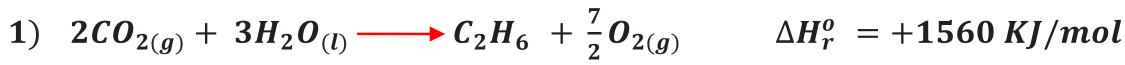
ج/


$$1)\ C_2H_6 + \frac{7}{2}O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -1560\ KJ/mol$$


$$2)\ C_2H_4 + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -1411\ KJ/mol$$


$$3)\ H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -286\ KJ/mol$$

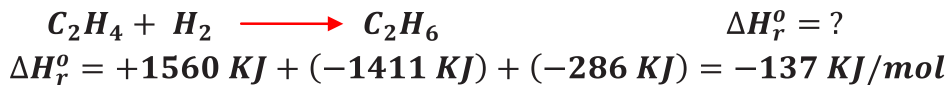
ولايجاد ΔH_r^o للتفاعل اعلاه تعكس المعادلة (1) وتبقى المعادلة (2) و (3) كما هي :


$$1)\ 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)} \longrightarrow C_2H_6 + \frac{7}{2}O_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = +1560\ KJ/mol$$


$$2)\ C_2H_4 + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -1411\ KJ/mol$$


$$3)\ H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -286\ KJ/mol$$

بالجمع


$$C_2H_4 + H_2 \longrightarrow C_2H_6 \qquad \Delta H_r^o = ?$$
$$\Delta H_r^o = +1560\ KJ + (-1411\ KJ) + (-286\ KJ) = -137\ KJ/mol$$

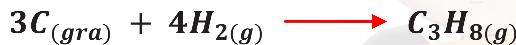
س/8) احسب انثالبي التكوين القياسية للبروبان C_3H_8 اذا اعطيت المعلومات الاتية: (2015 د 2)


$$1)\ C_3H_8 + 5O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -2220\ KJ/mol$$

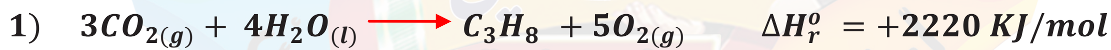

$$2)\ H_2O_{(l)} \longrightarrow H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = +286\ KJ/mol$$


$$3)\ C_{(gra)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -393.5\ KJ/mol$$

ج// نكتب معادلة تكوين البروبان (معادلة الهدف)


$$3C_{(gra)} + 4H_{2(g)} \longrightarrow C_3H_{8(g)}$$

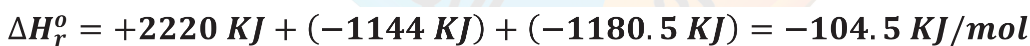
عكس المعادلة (1) وعكس (2) وضربها بالعدد 4 وضرب المعادلة (3) بالعدد 3 وكالاتي:


$$1)\ 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)} \longrightarrow C_3H_8 + 5O_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = +2220\ KJ/mol$$


$$2)\ 4H_{2(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 4H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -1144\ KJ/mol$$

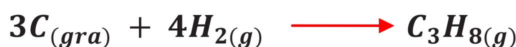

$$3)\ 3C_{(gra)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -1180.5\ KJ/mol$$


$$3C_{(gra)} + 4H_{2(g)} \longrightarrow C_3H_{8(g)}$$

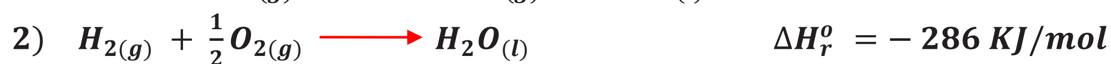

$$\Delta H_r^o = +2220\ KJ + (-1144\ KJ) + (-1180.5\ KJ) = -104.5\ KJ/mol$$

س/9) اذا علمت ان انثالبي احتراق كل من غاز البروبان C_3H_8 و H_2 هي على الترتيب (2219− ، 286−) مقدرة بـ KJ/mol ، وان $C_{graphite} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -394\ KJ/mol$
احسب انثالبي تكوين غاز البروبان C_3H_8 ؟ (2018 د 1 – ق خ)

ج// نكتب معادلة تكوين البروبان (معادلة الهدف) ومعادلات الاحتراق:

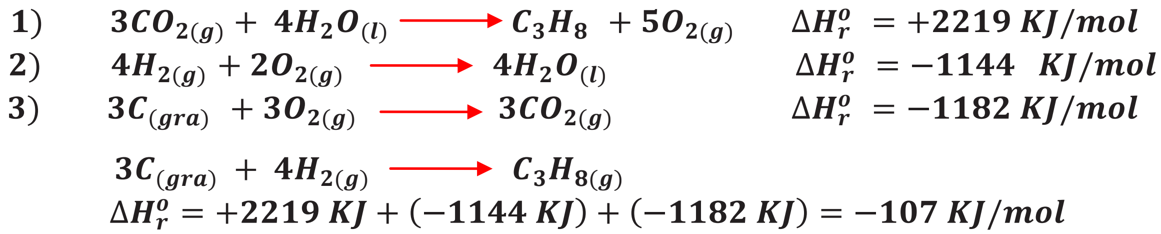

$$3C_{(gra)} + 4H_{2(g)} \longrightarrow C_3H_{8(g)}$$


$$1)\ C_3H_8 + 5O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -2219\ KJ/mol$$


$$2)\ H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -286\ KJ/mol$$


$$3)\ C_{(gra)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -394\ KJ/mol$$

عكس المعادلة الاولى وضرب الثانية بالعدد 4 وضرب المعادلة الثالثة بالعدد 3 وكالاتي:



1) $3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)} \longrightarrow C_3H_8 + 5O_{2(g)}$ $\Delta H_r^o = +2219\ KJ/mol$

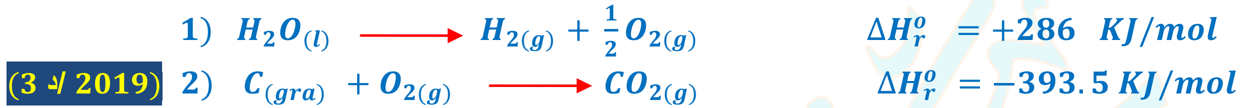
2) $4H_{2(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 4H_2O_{(l)}$ $\Delta H_r^o = -1144\ KJ/mol$

3) $3C_{(gra)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2(g)}$ $\Delta H_r^o = -1182\ KJ/mol$

$3C_{(gra)} + 4H_{2(g)} \longrightarrow C_3H_{8(g)}$

$\Delta H_r^o = +2219\ KJ + (-1144\ KJ) + (-1182\ KJ) = -107\ KJ/mol$

س/10) احسب انثالبي التكوين القياسية للبروبان C_3H_8 اذا علمت ان حرارة احتراقه تساوي $(-2219\ KJ/mol)$ وان :

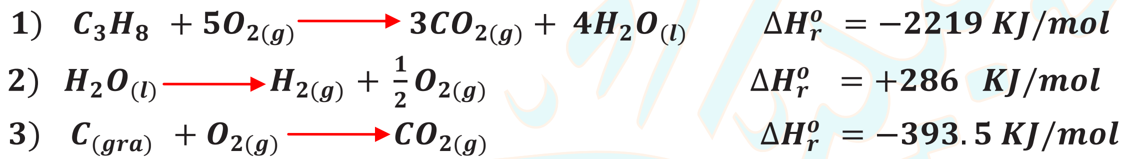


1) $H_2O_{(l)} \longrightarrow H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$ $\Delta H_r^o = +286\ KJ/mol$

(3 د/ 2019) 2) $C_{(gra)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H_r^o = -393.5\ KJ/mol$

ج/ نكتب معادلة تكوين البروبان (معادلة الهدف) $3C_{(gra)} + 4H_{2(g)} \longrightarrow C_3H_{8(g)}$

كتابة معادله احتراقه:

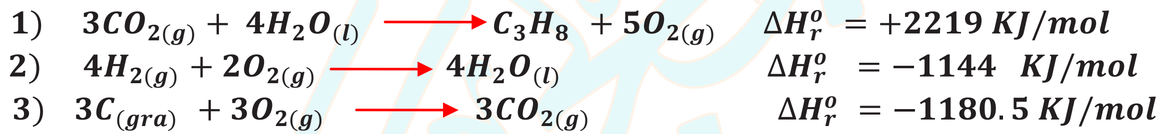


1) $C_3H_8 + 5O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)}$ $\Delta H_r^o = -2219\ KJ/mol$

2) $H_2O_{(l)} \longrightarrow H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$ $\Delta H_r^o = +286\ KJ/mol$

3) $C_{(gra)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H_r^o = -393.5\ KJ/mol$

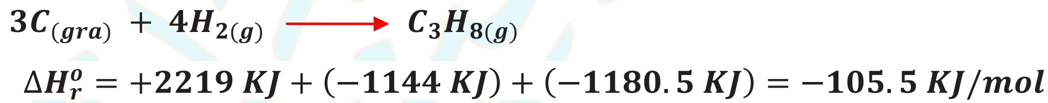
عكس المعادلة (1) وعكس (2) وضربها بالعدد 4 وضرب المعادلة (3) بالعدد 3 وكالاتي:



1) $3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)} \longrightarrow C_3H_8 + 5O_{2(g)}$ $\Delta H_r^o = +2219\ KJ/mol$

2) $4H_{2(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow 4H_2O_{(l)}$ $\Delta H_r^o = -1144\ KJ/mol$

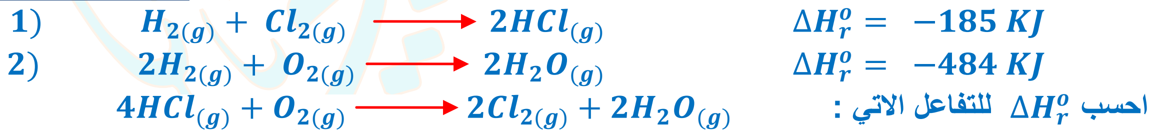
3) $3C_{(gra)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2(g)}$ $\Delta H_r^o = -1180.5\ KJ/mol$



$3C_{(gra)} + 4H_{2(g)} \longrightarrow C_3H_{8(g)}$

$\Delta H_r^o = +2219\ KJ + (-1144\ KJ) + (-1180.5\ KJ) = -105.5\ KJ/mol$

س/11) من المعادلات الحرارية التالية عند درجة حرارة $25C^o$ و ضغط $1atm$: (2017 د/ 2 – موصل)

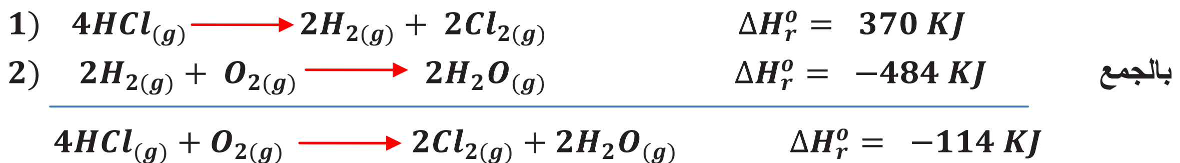


1) $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2HCl_{(g)}$ $\Delta H_r^o = -185\ KJ$

2) $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(g)}$ $\Delta H_r^o = -484\ KJ$

احسب ΔH_r^o للتفاعل الاتي : $4HCl_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2Cl_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$

ج/ ولايجاد ΔH_r^o للتفاعل اعلاه تعكس المعادلة (1) وتضرب بالعدد 2 اما المعادلة (2) فتبقى كما هي :



1) $4HCl_{(g)} \longrightarrow 2H_{2(g)} + 2Cl_{2(g)}$ $\Delta H_r^o = 370\ KJ$

2) $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(g)}$ $\Delta H_r^o = -484\ KJ$ بالجمع

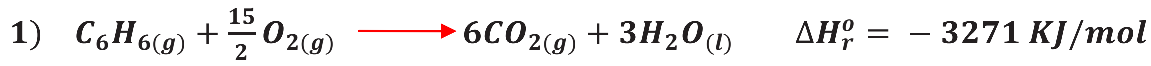
$4HCl_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2Cl_{2(g)} + 2H_2O_{(g)}$ $\Delta H_r^o = -114\ KJ$

س/12) يحترق البنزين C_6H_6 في الهواء ليبعث حرارة مقدارها $3271\ KJ/mol$ – ويعطي غاز ثنائي اوكسيد الكاربون وسائل الماء ، احسب انثالبية التكوين القياسية ΔH_f^o للبنزين اذا علمت ان انثالبية الاحتراق القياسية بوحدات KJ/mol لكل من الكرافيت $(C = -394)$ ، وللهيدروجين $(H_2 = -286)$. (2016 د/ 1)

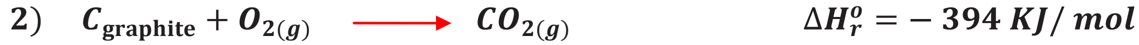
ج/ نكتب معادلات تكوين البنزين واحتراق البنزين والكاربون والهيدروجين :



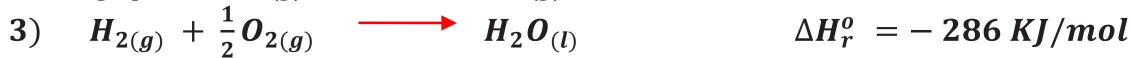
$$6C_{graphite} + 3H_{2(g)} \longrightarrow C_6H_{6(l)} \qquad \Delta H_f^o\ (C_6H_6) = ?$$



$$1)\quad C_6H_{6(g)} + \frac{15}{2}O_{2(g)} \longrightarrow 6CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -3271\ KJ/mol$$

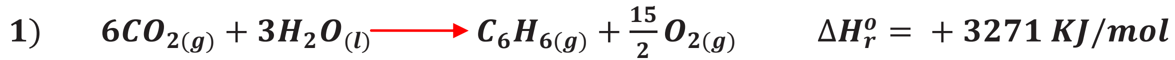


$$2)\quad C_{graphite} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -394\ KJ/mol$$



$$3)\quad H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -286\ KJ/mol$$

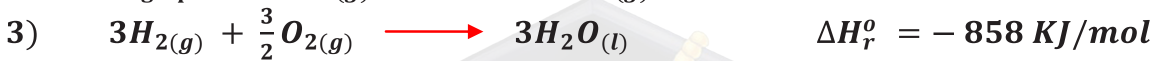
عكس المعادلة الاولى وضرب الثانية بالعدد 6 وضرب المعادلة الثالثة بالعدد 3 وكالاتي:



$$1)\quad 6CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)} \longrightarrow C_6H_{6(g)} + \frac{15}{2}O_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = +3271\ KJ/mol$$



$$2)\quad 6C_{graphite} + 6O_{2(g)} \longrightarrow 6CO_{2(g)} \qquad \Delta H_r^o = -2364\ KJ/mol$$



$$3)\quad 3H_{2(g)} + \frac{3}{2}O_{2(g)} \longrightarrow 3H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = -858\ KJ/mol$$



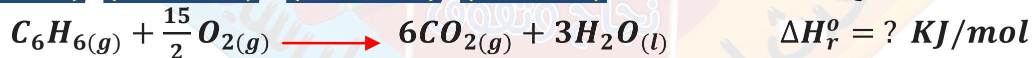
$$6C_{graphite} + 3H_{2(g)} \longrightarrow C_6H_{6(l)} \qquad \Delta H_f^o\ (C_6H_6) = ?$$

$$\Delta H_r^o = +3271 + (-2364) + (-858) = +49\ KJ/mol$$

مسائل المجموع Σ

س1/ يحترق البنزين (C_6H_6) في الهواء ليعطي ثنائي اوكسيد الكاربون الغاز والماء السائل احسب ΔH_r^o لهذا التفاعل اذا علمت ان : $\Delta H_f^o(C_6H_6) = 49\ KJ/mol$ و $\Delta H_f^o(CO_{2(g)}) = -394\ KJ/mol$ و $\Delta H_f^o(H_2O_{(l)}) = -286\ KJ/mol$

ج/ نكتب معادلة احتراق البنزين مع غاز الاوكسجين : (ت/ 2013) (د/3 2014) (د/1 2016) (خ ق -د/2 2016)



$$C_6H_{6(g)} + \frac{15}{2}O_{2(g)} \longrightarrow 6CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = ?\ KJ/mol$$

$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o\ (products) - \sum n\Delta H_f^o\ (reactants)$$

$$\Delta H_r^o = [6\Delta H_f^o(CO_{2(g)}) + 3\Delta H_f^o(H_2O_{(l)})] - [\Delta H_f^o(C_6H_6) + \frac{15}{2}\Delta H_f^o(O_{2(g)})]$$

$$\Delta H_r^o = [6(-394) + 3(-286)] - [49 + 0]$$

$$\Delta H_r^o = [-2364 - 858] - [49]\ -3271\ KJ/mol$$

س2/ في مسعر حراري وضع $2.6g$ من الاستيلين C_2H_2 $(M = 26\ g/mol)$ فوجد ان كمية الحرارة المنبعثة من الاحتراق تساوي $130KJ$. احسب انثالبي التكوين القياسية للاستيلين اذا علمت ان (خ ق -د/1 2016)

$\Delta H_f^o(H_2O_{(l)}) = -286\ KJ/mol$ و $\Delta H_f^o(CO_{2(g)}) = -393.5\ KJ/mol$

ج/

1) نجد $n(mol)$

$$n = \frac{m(g)}{M(\frac{g}{mol})} = \frac{2.6\ g}{26\frac{g}{mol}} = 0.1mol$$

2) نجد q المتحررة من احتراق مول واحد من C_2H_2:

$$q = \frac{q\ (kJ)}{n\ (mol)} = \frac{130\ kJ}{0.1\ mol} = 1300\ KJ/mol$$

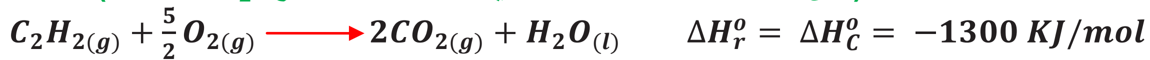
3) بما التفاعل في مسعر فأن q تكون سالبة:

$$q = -1300\ KJ/mol$$

4) بما التفاعل في مسعر مفتوح فأن

$$\Delta H = q_p = -1300\ KJ/mol$$





5) نكتب معادلة احتراق الاستيلين (على ان تحقق شروط الاحتراق اي حرق مول واحد مع O_2 حرقاً تاماً):

$$C_2H_{2(g)} + \frac{5}{2}O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = \Delta H_C^o = -1300\ KJ/mol$$

6) نجد ΔH_f^o للاستيلين من ΔH_r^o :

$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o\,(products) - \sum n\Delta H_f^o\,(reactants)$$
$$\Delta H_r^o = [2\Delta H_f^o(CO_{2(g)}) + \Delta H_f^o(H_2O_{(l)})] - [\Delta H_f^o(C_2H_2) + \frac{5}{2}\Delta H_f^o(O_{2(g)})]$$
$$-1300 = [2(-393.5) + (-286)] - [\Delta H_f^o(C_2H_2) + 3(0)]$$
$$-1300 = [-787 - 286 - \Delta H_f^o(C_2H_2)]$$
$$\Delta H_f^o(C_2H_2) = +227\ KJ/mol$$

س/3) في مسعر حراري وضع $5.2g$ من الاستيلين C_2H_2 $(M = 26\ g/mol)$ فوجد ان كمية الحرارة المنبعثة من الاحتراق تساوي $260KJ$. احسب انثالبي التكوين القياسية للاستيلين اذا علمت ان
$\Delta H_f^o(H_2O_{(l)}) = -286\ KJ/mol$ و $\Delta H_f^o(CO_{2(g)}) = -393.5\ KJ/mol$ **(2019 /ت)**

ج/

1) نجد $n(mol)$

$$n = \frac{m(g)}{M(\frac{g}{mol})} = \frac{5.2\ g}{26\frac{g}{mol}} = 0.2mol$$

2) نجد q المتحررة من احتراق مول واحد من C_2H_2:

$$q = \frac{q\ (kJ)}{n\ (mol)} = \frac{260\ kJ}{0.2\ mol} = 1300\ KJ/mol$$

3) بما التفاعل في مسعر فأن q تكون سالبة:

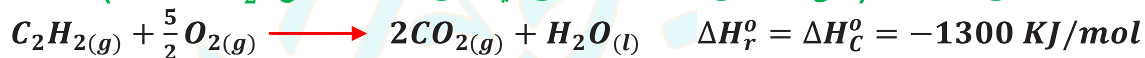
$$q = -1300\ KJ/mol$$

4) بما التفاعل في مسعر مفتوح فأن

$$\Delta H = q_p = -1300\ KJ/mol$$

5) نكتب معادلة احتراق الاستيلين (على ان تحقق شروط الاحتراق اي حرق مول واحد مع O_2 حرقاً تاماً):

$$C_2H_{2(g)} + \frac{5}{2}O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \qquad \Delta H_r^o = \Delta H_C^o = -1300\ KJ/mol$$



6) نجد ΔH_f^o للاستيلين من ΔH_r^o :

$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o\,(products) - \sum n\Delta H_f^o\,(reactants)$$
$$\Delta H_r^o = [2\Delta H_f^o(CO_{2(g)}) + \Delta H_f^o(H_2O_{(l)})] - [\Delta H_f^o(C_2H_2) + \frac{5}{2}\Delta H_f^o(O_{2(g)})]$$
$$-1300 = [2(-393.5) + (-286)] - [\Delta H_f^o(C_2H_2) + 3(0)]$$
$$-1300 = [-787 - 286 - \Delta H_f^o(C_2H_2)]$$
$$\Delta H_f^o(C_2H_2) = +227\ KJ/mol$$

س/4) احسب انثالبية التكوين القياسية ΔH_f^o لغاز CO اذا علمت ان حرارة تفكك CO_2 هي $+394\ KJ/mol$ وأن حرارة التفاعل الاتي هي $\Delta H_r^o = -283\ KJ$ لـ $CO_{(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)}$ **(2013 /د 1)**

ج/ $\Delta H_f^o(CO_2) = -394\ KJ/mol$ لان حرارة التكوين = حرارة التفكك بعكس الاشارة

نجد ΔH_f^o لغاز CO من قانون المجموع $(\sum)$:

$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o\,(products) - \sum n\Delta H_f^o\,(reactants)$$
$$\Delta H_r^o = [\Delta H_f^o(CO_{2(g)})] - [\Delta H_f^o(CO) + \frac{1}{2}\Delta H_f^o(O_{2(g)})]$$
$$-283 = [-394] - [\Delta H_f^o(CO) + \frac{1}{2}(0)]$$
$$\Delta H_f^o(CO) = -394 + 283 = -111KJ/mol$$

وزاريات الطاقة الحرة

س/1) للتفاعل الاتي : $C_2H_5OH_{(l)} + 3O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$

(2014 د 1 – خاص) (2014 د 2) (2014 د 2 – خاص)

بالاستعانة بالمعلومات الاتية :

احسب: أ) ΔH_r^o ب) ΔS_r^o ج) ΔG_r^o عند الظروف القياسية

المادة	$\Delta H_f^o \;\; KJ/mol$	$S^o \;\; J/K.mol$
C_2H_5OH	-278	161
O_2	0	205
CO_2	-394	214
H_2O	-286	70

ج/

أ) حساب ΔH_r^o :

$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o\,(products) - \sum n\Delta H_f^o\,(reactants)$$
$$\Delta H_r^o = [2\Delta H_f^o(CO_{2(g)}) + 3\Delta H_f^o(H_2O_{(l)})] - [\Delta H_f^o(C_2H_5OH) + 3\Delta H_f^o(O_{2(g)})]$$
$$\Delta H_r^o = [2(-394) + 3(-286)] - [-278 + 3(0)]$$
$$\Delta H_r^o = [-788 - 858 + 278] = -1368\,KJ/mol$$

ب) حساب ΔS_r^o:

$$\Delta S_r^o = \sum nS^o\,(products) - \sum nS^o\,(reactants)$$
$$\Delta S_r^o = [2S^o(CO_2) + 3S^o(H_2O_{(l)})] - [S^o(C_2H_5OH) + 3S^o(O_2)]$$
$$\Delta S_r^o = [2\times 214 + 3\times 70] - [161 + 3\times 205]$$
$$\Delta S_r^o = 428 + 210 - 161 - 615 = -138\,J/K.mol$$
$$\Delta S_r^o\,KJ/K.mol = \Delta S_r^o\,J/K.mol \times \frac{1\,kJ}{1000\,J}$$
$$\Delta S_r^o\,KJ/K.mol = -138\,J/K.mol \times \frac{1\,kJ}{1000\,J} = -0.138\,KJ/K.mol$$

ج) حساب ΔG_r^o : نحول درجة الحرارة من وحدة C^o الى وحدة الكلفن K :

$$T(K) = t(C^o) + 273 = 25(C^o) + 273 = 298K$$
$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$
$$\Delta G_r^o = -1368\,KJ/mol - 298K\;(-0.138KJ/K.mol)$$
$$\Delta G_r^o = -1368\,KJ/mol + 41KJ/mol) = -1327\,KJ/mol$$

والتفاعل تلقائي

س/2) تتفكك كاربونات الكالسيوم حسب المعادلة الاتية : $CaCO_{3(S)} \longrightarrow CaO_{(S)} + CO_{2(g)}$ قيمة ΔS_r^o للتفاعل $160\,J/K.mol$ فاذا علمت ان ΔH_f^o لكل من CO_2 , CaO , $CaCO_3$ هي على التوالي بوحدات KJ/mol (-393.5 ، -635 ، -1207) جد :

(2015 د 2) (2016 د-3/ ΔH_r^o معلومة)

1) ΔH_r^o للتفاعل ثم ارسم مخطط للطاقة

2) ΔG_r^o للتفاعل

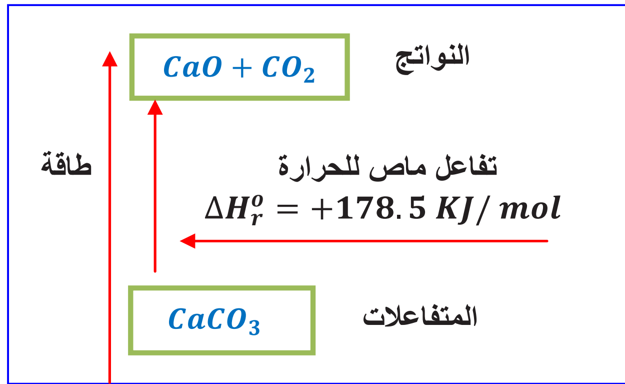
ج/

1) نجد ΔH_r^o :

$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o\,(products) - \sum n\Delta H_f^o\,(reactants)$$
$$\Delta H_r^o = [\Delta H_f^o(CaO) + \Delta H_f^o(CO_2)] - [\Delta H_f^o(CaCO_3)]$$
$$\Delta H_r^o = [-635 + (-393.5)] - [-1207]$$
$$\Delta H_r^o = -635 - 393.5 + 1207$$
$$\Delta H_r^o = +178.5\,KJ/\,mol$$



وبما ان التفاعل ماص للحرارة فهذا يعني ان طاقة النواتج اكبر من طاقة المتفاعلات وحسب المخطط الاتي :



2) نجد ΔG_r^o :

نحول وحدة ΔS الى $KJ/K.mol$:

$$\Delta S_r^o\ KJ/K.mol = \Delta S_r^o\ J/K.mol \times \frac{1\ kJ}{1000\ J}$$

$$\Delta S_r^o KJ/K.mol = 160\ J/K.mol \times \frac{1\ kJ}{1000\ J} = 0.16\ KJ/K.mol$$

نجد $T(K)$:

$$T(K) = t(C^o) + 273 = 25(C^o) + 273 = 298K$$

نطبق علاقة كبس :

$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$

$$\Delta G_r^o = +178.5\ KJ/mol - 298K\ (0.16KJ/K.mol)$$

$$\Delta G_r^o = +178.5\ KJ/mol - 47.68\ KJ/mol$$

$$\Delta G_r^o = +130.8\ KJ/mol$$

(التفاعل غير تلقائي)

س/3) للتفاعل $2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(g)}$ احسب قيمة ΔS_r^o للتفاعل بوحدات $J/K.mol$ علماً بأن: $\Delta G_f^o(H_2O) = -228\ KJ/mol$ و $\Delta H_f^o(H_2O) = -242\ KJ/mol$ **(1 د 2015)**

ج/ نجد ΔS_r^o من علاقة كبس بعد ايجاد ΔH_r^o و ΔG_r^o من قانون المجموع $\sum$ لكل منهما :

1) نجد ΔH_r^o :

$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o\ (products) - \sum n\Delta H_f^o\ (reactants)$$

$$\Delta H_r^o = [2\Delta H_f^o(H_2O)] - [2\Delta H_f^o(H_2) + \Delta H_f^o(O_2)]$$

$$\Delta H_r^o = [2(-228)] - [2(0) + 0] = -484\ KJ/mol$$

2) نجد ΔG_r^o :

$$\Delta G_r^o = \sum n\Delta G_f^o\ (products) - \sum n\Delta G_f^o\ (reactants)$$

$$\Delta G_r^o = [2\Delta G_f^o(H_2O)] - [2\Delta G_f^o(H_2) + \Delta G_f^o(O_2)]$$

$$\Delta G_r^o = [2(-228)] - [2(0) + (0)] = -456\ KJ/mol$$

3) نجد ΔS_r^o : (من علاقة كبس)

$$T(K) = t(C^o) + 273 = 25(C^o) + 273 = 298K$$

$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$

$$-456 = -484 - 298\ \Delta S_r^o$$

$$-298\ \Delta S_r^o = -28$$

$$\Delta S_r^o = -0.094\ KJ/K.mol$$

$$\Delta S_r^o\ J/K.mol = -0.094\ KJ/K.mol \times \frac{1000\ J}{1KJ} = -94\ J/K.mol$$

س/4) جد قيمة ΔG_r^o للتفاعل: $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)}$ الذي يجري بالظروف القياسية اذا اعطيت المعلومات الاتية : **(2 د 2018)** **(2 د 2019)**

$\Delta H_f^o(CO_{2(g)}) = -393.5\ KJ/mol$ ، $\Delta H_f^o(CO_{(g)}) = -110.5\ KJ/mol$

$S^o(CO_2) = 214\ J/K.mol$ ، $S^o(CO) = 198\ J/K.mol$ ، $S^o(O_2) = 205\ J/K.mol$

ج/

1) نجد ΔH_r^o

$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o\,(products) - \sum n\Delta H_f^o\,(reactants)$$
$$\Delta H_r^o = [2\Delta H_f^o(CO_{2(g)})] - [2\Delta H_f^o(CO) + \Delta H_f^o(O_{2(g)})]$$
$$\Delta H_r^o = [2(-393.5)] - [2(-110.5) + 0]$$
$$\Delta H_r^o = [-787)] - [-221 + 0]$$
$$\Delta H_r^o = -787 + 221 = -566\ KJ/mol$$

2) نجد ΔS_r^o

$$\Delta S_r^o = \sum nS^o\,(products) - \sum nS^o\,(reactants)$$
$$\Delta S_r^o = [2S^o(CO_2)] - [2S^o(CO) + S^o(O_2)]$$
$$\Delta S_r^o = [2 \times 214] - [2 \times 198 + 205]$$
$$\Delta S_r^o = [428] - [396 + 205]$$
$$\Delta S_r^o = 428 - 601 = -173 J/K.mol$$

نحول وحدة ΔS الى $KJ/K.mol$:

$$\Delta S_r^o\ KJ/K.mol = \Delta S_r^o\ J/K.mol \times \frac{1\ kJ}{1000\ J}$$
$$\Delta S_r^o KJ/K.mol = -173\ J/K.mol \times \frac{1\ kJ}{1000\ J} = -0.173\ KJ/K.mol$$

3) حساب ΔG_r^o :

نحول درجة الحرارة من وحدة C^o الى وحدة الكلفن K

$$T(K) = t(C^o) + 273$$
$$T(K) = 25(C^o) + 273 = 298K$$
$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$
$$\Delta G_r^o = -566\ KJ/mol - 298K\ (-0.173KJ/K.mol)$$
$$\Delta G_r^o = -566\ KJ/mol + 51.6KJ/mol)$$
$$\Delta G_r^o = -514\ KJ/mol$$

والتفاعل تلقائي لان ΔG سالبة .

س/5) احسب التغير في الطاقة الحرة القياسية لتكوين احادي اوكسيد الكاربون (CO) للتفاعل الغازي الاتي:

$$2CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)}$$

بدرجة حرارة $25C^o$ و ضغط $1atm$ اذا علمت ان ΔS_r^o للتفاعل تساوي $-173J/K.mol$ وان ΔH_r^o $-566\ KJ/mol$ و ΔG_f^o لـ CO_2 $= -394\ kJ/mol$) (2 د 2014)

ج/

1) نحول وحدة ΔS الى $KJ/K.mol$:

$$\Delta S_r^o\ KJ/K.mol = \Delta S_r^o\ J/K.mol \times \frac{1\ kJ}{1000\ J}$$
$$\Delta S_r^o KJ/K.mol = -173\ J/K.mol \times \frac{1\ kJ}{1000\ J} = -0.173\ KJ/K.mol$$

2) حساب ΔG_r^o :

$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$
$$\Delta G_r^o = -566\ KJ/mol - 298K\ (-0.173KJ/K.mol)$$
$$\Delta G_r^o = -566\ KJ/mol + 51.5KJ/mol) = -514.5\ KJ/mol$$

3) حساب ΔG_f^o لغاز CO :

نحول درجة الحرارة من وحدة C^o الى وحدة الكلفن K

$$T(K) = t(C^o) + 273$$
$$T(K) = 25(C^o) + 273 = 298K$$
$$\Delta G_r^o = \sum n\Delta G_f^o\,(products) - \sum n\Delta G_f^o\,(reactants)$$
$$-514.5 = [2\Delta G_f^o(CO_{2(g)})] - [2\Delta G_f^o(CO) + \Delta G_f^o(O_{2(g)})]$$
$$-514.5 = [2(-394)] - [2\Delta G_f^o(CO) + 0]$$
$$2\Delta G_f^o(CO) = [-787)] + 541.5$$
$$\Delta G_f^o(CO) = -136\ KJ/mol$$



س/6) للتفاعل الاتي : $CO_{(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow HCOOH_{(l)}$ فاذا كانت قيمة $\Delta H_r^o = 16\ KJ/mol$ ، $\Delta S_r^o = 234\ J/K.mol$ ، $\Delta G_f^o(H_2O) = -237\ KJ/mol$ ، $\Delta G_f^o(CO) = -137\ KJ/mol$ احسب ΔG_f^o لحامض الفورميك $HCOOH$ عند الظروف القياسية $25C^o$ و ضغط $1atm$ **(د2- خ ق /2015)**

ج/

1) نحول وحدة ΔS الى KJ :

$$\Delta S_r^o\ KJ/K.mol = \Delta S_r^o\ J/K.mol \times \frac{1\ kJ}{1000\ J}$$
$$\Delta S_r^o KJ/K.mol = 234\ J/K.mol \times \frac{1\ kJ}{1000\ J} = 0.234\ KJ/K.mol$$

2) نحول درجة الحرارة الى الكلفن K :

$$T(K) = t(C^o) + 273 = 25(C^o) + 273 = 298K$$

3) حساب ΔG_r^o (من معادلة كبس) :

$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$
$$\Delta G_r^o = 16\ KJ/mol - 298K\ \ (0.234\ KJ/K.mol)$$
$$\Delta G_r^o = 16\ KJ/mol - 69.7KJ/mol)$$
$$\Delta G_r^o = -53.7\ KJ/mol$$

4) حساب ΔG_f^o للحامض :

$$\Delta G_r^o = \sum n\Delta G_f^o\ (products) - \sum n\Delta G_f^o\ (reactants)$$
$$\Delta G_r^o = [2\Delta G_f^o(CO_{(g)}) + \Delta G_f^o(H_2O)] - [\Delta G_f^o(HCOOH)]$$
$$-53.7 = [-137 + (-237)] - \Delta G_f^o(HCOOH)$$
$$\Delta G_f^o(HCOOH) = -320.3\ KJ/\ mol$$

س/7) جد قيمة ΔS_r^o للتفاعل: $2CO_{(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)}$ **(د2 /2017)**
الذي يجري بالظروف القياسية اذا اعطيت المعلومات الاتية :

$\Delta H_f^o(CO_{2(g)}) = -393.5\ KJ/\ mol$ ، $\Delta H_f^o(CO_{(g)}) = -110.5\ KJ/\ mol$

$\Delta G_f^o(CO_{2(g)}) = -394\ KJ/\ mol$ ، $\Delta G_f^o(CO_{(g)}) = -137\ KJ/\ mol$

ج/

1) نجد ΔH_r^o

$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o\ (products) - \sum n\Delta H_f^o\ (reactants)$$
$$\Delta H_r^o = [2\Delta H_f^o(CO_{2(g)})] - [2\Delta H_f^o(\mathrm{CO}) + \Delta H_f^o(O_{2(g)})]$$
$$\Delta H_r^o = [2(-393.5)] - [2(-110.5) + 0]$$
$$\Delta H_r^o = [-787)] - [-221 + 0]$$
$$\Delta H_r^o = -787 + 221 = -566\ KJ/\ mol$$

2) نجد ΔG_r^o

$$\Delta G_r^o = \sum n\Delta G_f^o\ (products) - \sum n\Delta G_f^o\ (reactants)$$
$$\Delta G_r^o = [2\Delta G_f^o(CO_{2(g)})] - [2\Delta G_f^o(CO) + \Delta G_f^o(O_{2(g)})]$$
$$\Delta G_r^o = [2(-394)] - [2(-137) + 0]$$
$$\Delta G_r^o = [-788)] - [-274 + 0]$$
$$\Delta G_r^o = -788 + 274 = -514\ KJ/\ mol$$

3) حساب ΔS_r^o :

نحول درجة الحرارة من وحدة C^o الى وحدة الكلفن K

$$T(K) = t(C^o) + 273$$
$$T(K) = 25(C^o) + 273 = 298K$$
$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$
$$-514 = -566\ KJ/mol - 298K\ \Delta S_r^o$$
$$298K\ \Delta S_r^o = -566\ KJ/mol + 514KJ/mol)$$
$$\Delta S_r^o = -0.173\ KJ/mol$$



س/8) للتفاعل الاتي: $CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$

احسب ΔH_r^o ، ΔS_r^o ، ΔG_r^o عند الظروف القياسية بالاستعانة بالمعلومات الاتية: (2015 د1)

ج/

المادة	ΔH_f^o KJ/mol	S^o J/K.mol
CH_4	-75	186
O_2	0	205
CO_2	-394	214
H_2O	-286	70

أ) حساب ΔH_r^o :

$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o\,(products) - \sum n\Delta H_f^o\,(reactants)$$
$$\Delta H_r^o = [\Delta H_f^o(CO_{2(g)}) + 2\Delta H_f^o(H_2O_{(l)})] - [\Delta H_f^o(CH_4) + 2\Delta H_f^o(O_{2(g)})]$$
$$\Delta H_r^o = [(-394) + 2(-286)] - [-75 + 3(0)]$$
$$\Delta H_r^o = [-394 - 572 + 75] \quad = -891\,KJ/mol$$

ب) حساب ΔS_r^o:

$$\Delta S_r^o = \sum nS^o\,(products) - \sum nS^o\,(reactants)$$
$$\Delta S_r^o = [S^o(CO_2) + 2S^o(H_2O_{(l)})] - [S^o(CH_4) + 2S^o(O_2)]$$
$$\Delta S_r^o = [214 + 2\times 70] - [186 + 2\times 205]$$
$$\Delta S_r^o = 214 + 140 - 186 - 410 \quad = -242\,J/K.mol$$
$$\Delta S_r^o\,KJ/K.mol = -242\,J/K.mol \times \frac{1\,kJ}{1000\,J}$$
$$\Delta S_r^o = -0.242\,KJ/K.mol$$

جـ) حساب ΔG_r^o :

$$T(K) = t(C^o) + 273 \quad = 25(C^o) + 273 = 298K$$
$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$
$$\Delta G_r^o = -780\,KJ/mol - 298K\,(-0.242KJ/K.mol)$$
$$\Delta G_r^o = -780\,KJ/mol + 72KJ/mol) \quad = -708\,KJ/mol$$

والتفاعل تلقائي

س/9) للتفاعل الاتي:



$C_2H_{2(g)} + \frac{5}{2}O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$

ومن المعلومات الاتية احسب: 1) ΔH_r^o 2) ΔS_r^o 3) ΔG_r^o عند الظروف القياسية (2016 د2)

المادة	ΔH_f^o KJ/mol	S^o J/K.mol
$C_2H_{2(g)}$	227	202
$O_{2(g)}$	0	205
$CO_{2(g)}$	-394	214
$H_2O_{(l)}$	-286	70

ج/

أ) حساب ΔH_r^o :

$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o\,(products) - \sum n\Delta H_f^o\,(reactants)$$
$$\Delta H_r^o = [2\Delta H_f^o(CO_{2(g)}) + \Delta H_f^o(H_2O_{(l)})] - [\Delta H_f^o(C_2H_2) + \frac{5}{2}\Delta H_f^o(O_{2(g)})]$$
$$\Delta H_r^o = [2(-394) + (-286)] - \left[227 + \frac{5}{2}(0)\right]$$
$$\Delta H_r^o = [-788 - 286 - 227] \quad = -1301\,KJ/mol$$

ب) حساب ΔS_r^o:

$$\Delta S_r^o = \sum nS^o\,(products) - \sum nS^o\,(reactants)$$
$$\Delta S_r^o = [2S^o(CO_2) + S^o(H_2O_{(l)})] - [S^o(C_2H_2) + \frac{5}{2}S^o(O_2)]$$
$$\Delta S_r^o = [2(214) + 70] - [202 + \frac{5}{2}\times 205]$$
$$\Delta S_r^o = 428 + 70 - 202 - 512.5 \quad = -216.5\,J/K.mol$$
$$\Delta S_r^o = -0.2165K\,J/K.mol$$



جـ) حساب ΔG_r^o :

$$T(K) = t(C^o) + 273 = 25(C^o) + 273 = 298K$$
$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$
$$\Delta G_r^o = -1301\,KJ/mol - 298K\ (-0.2165KJ/K.mol)$$
$$\Delta G_r^o = -1236\,KJ/mol$$

س/10) التفاعل الاتي: $CaCO_{3(S)} \rightarrow CaO_{(S)} + CO_{2(g)}$ غير تلقائي بالظروف الاعتيادية بين حسابياً بأي درجة حرارة يصبح عندها التفاعل تلقائي عند $(627C^o$ او $927C^o)$ اذا علمت ΔS_r^o تساوي $160\,J/K.mol$ و ΔH_f^o للتفاعل بوحدة KJ/mol $(CO_2 = -393.5$ ، $CaO = -635$ ، $CaCO_3 = -1207)$ (1 د/ 2019)

ج/ نجد ΔG لكلا الدرجتين بعد ايجاد ΔH_r^o وتحويل وحدة ΔS :

1) نحول وحدة ΔS الى $KJ/K.mol$:

$$\Delta S KJ/K.mol = 160J/K.mol \times \frac{1\,kJ}{1000\,J} = 0.16\,KJ/K.mol$$

2) نجد ΔH_r^o :

$$\Delta H_r^o = \sum n\Delta H_f^o\,(products) - \sum n\Delta H_f^o\,(reactants)$$
$$\Delta H_r^o = [\Delta H_f^o(CaO) + \Delta H_f^o(CO_2)] - [\Delta H_f^o(CaCO_3)]$$
$$\Delta H_r^o = [-635 + (-393.5)] - [-1207]$$
$$\Delta H_r^o = -635 - 393.5 + 1207 = +178.5\,KJ/\,mol$$

3) نجد ΔG في درجة $627C^o$:

$$T(K) = t(C^o) + 273 = 627 + 273 = 900K$$
$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$\Delta G = 178.5\,KJ/mol - 900K\,(0.16\,KJ/K.mol)$$
$$\Delta G = 178.5\,KJ/mol - 144\,KJ/mol$$
$$\Delta G = +34.5\,KJ/mol$$ (غير تلقائي)

4) نجد ΔG في درجة $927C^o$:

$$T(K) = t(C^o) + 273 = 927 + 273 = 1200K$$
$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$
$$\Delta G = 178.5\,KJ/mol - 1200K\,(0.16\,KJ/K.mol)$$
$$\Delta G = 178.5\,KJ/mol - 192\,KJ/mol$$
$$\Delta G = -13.5\,KJ/mol$$ (تلقائي)

تلقائي في درجة $927C^o$.

س/11) من قيم ΔH و ΔS تنبأ هل التفاعل تلقائياً عند درجة حرارة $25C^o$ و ضغط $1atm$
$\Delta H = +2\,KJ/mol$ و $\Delta S = +113\,J/K.mol$ (ت/ 2016)
اذا لم يكن كل من التفاعل تلقائيا عند درجة $25C^o$ و ضغط $1atm$ ، فباي درجة حرارة قد يكون تلقائي .

ج/

$$\Delta S\ KJ/K.mol = \Delta SJ/K.mol \times \frac{1\ kJ}{1000\ J}$$

$$\Delta SKJ/K.mol = 113J/K.mol \times \frac{1\ kJ}{1000\ J} = 0.113\ \ KJ/K.mol$$

نطبق علاقة كبس

$$T(K) = t(C^o) + 273 = 25(C^o) + 273 = 298K$$

$$\Delta G_r^o = \Delta H_r^o - T\Delta S_r^o$$

$$\Delta G_r^o = +2KJ/mol - 298K(0.113KJ/K.mol)$$

$$\Delta G_r^o = +2KJ/mol - 33.7KJ/mol$$

$$\Delta G_r^o = -31.7\ KJ/mol$$

التفاعل تلقائي في $25C^o$ لان ΔG_r^o سالبة

س/12) احسب التغير في الانتروبي للتحول الاتي $H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2O_{(S)}$ $\Delta H_{vap} = 44\ KJ/mol$ عند درجة غليان الماء $100C^o$.

(2014 د/ 1 – خاص) (2013 د/ 2) (2014 د/ 2 – خاص) (2016 د/ 1) (2018 د/ 3)

ج/

1) $T(K) = t(C^o) + 273 = 100C^o + 273 = 373K$

2) $\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b} = \frac{44\ kJ/mol}{373\ k} = 0.118\frac{kJ}{k.mol} = 118\frac{J}{k.mol}$

س/13) ان قيمة التغير في الانتروبي للماء عند درجة غليانه تساوي .... ج/ $118\ J/K.mol$ (2017 د/ 1)

1) $T(K) = t(C^o) + 273 = 100C^o + 273 = 373K$

2) $\Delta S_{vap} = \frac{\Delta H_{vap}}{T_b} = \frac{44\ kJ/mol}{373\ k} = 0.118\frac{kJ}{k.mol} = 118\frac{J}{k.mol}$

س/14) احسب انثالبي التبخر ΔH_{vap} للهكسان عند الاتزان بوحدة KJ/mol اذا علمت ان درجة غليانه تساوي $69C^o$.

(2013 د/ 1 – ق خ) (2014 د/ 2)

ج/

1) نحول درجة الحرارة الى الكلفن K :

$$T(K) = t(C^o) + 273 = 69(C^o) + 273 = 342K$$

2) ومن علاقة تروتن :

$$\frac{\Delta H_{vap}}{T_b} = 85J/K.mol$$

$$\Delta H_{vap} = 85J/K.mol \times 342K = 29070\ J/mol$$

3) نحول وحدة J/mol الى وحدة KJ/mol

$$\Delta H_{vap}(KJ/mol) = 29070\ J/mol \times \frac{1\ kJ}{1000\ J} = 29\ KJ/mol$$



الفصل الثاني – الاتزان الكيميائي

التعاريف

1) **الاتزان الكيميائي:**
حالة اتزان ديناميكي (حركي) وليس حالة اتزان استاتيكي (ساكن) تصل اليها اغلب التفاعلات الانعكاسية عندما تصبح معدل سرعة التفاعل بكلا الاتجاهين متساوية ، فتكون تراكيز المواد الناتجة والمتفاعلة عندها ثابتة دون تغير مالم يحدث اي تغيير على الظروف التي يتم عندها التفاعل ، لذا يبدو التفاعل في تلك الحالة قد توقف . (2013 /د 3)

2) **التفاعلات الانعكاسية المتجانسة:**
التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة جميعها في طور واحد . (2013 /ت) (2017 /ت)

3) **التفاعلات الانعكاسية الغير المتجانسة:**
التفاعلات التي تكون فيها المواد المتفاعلة والناتجة في اكثر من طور واحد . (2013 /د 1) (2014 /د 2) (2015 /د 1 – خاص) (2017 /د 3 – موصل) (2018 /د 1 – خ ق)

4) **حالة الاتزان الكيميائي:** وهي حالة اتزان ديناميكي (حركي) وليس حالة اتزان استاتيكي (ساكن) يصل اليها التفاعل الانعكاسي عند الاتزان وتكون سرعة التفاعل بكلا الاتجاهين متساوية . (2014 /د 2 – خاص)

5) **قانون فعل الكتلة:**
عند ثبوت درجة الحرارة فان سرعة التفاعل الكيميائي تتناسب طردياً مع التراكيز المولارية للمواد المتفاعلة كلا منها مرفوع الى اس يمثل عدد المولات الموضوع امام كل مادة في المعادلة الكيميائية الموزونة . (2013 /د 2) (2016 /د 2) (2016 /د 3) (2018 /د 2 – خ ق) (2019 /د 1 – خ ق) (2019 /د 3)

6) **قاعدة لوشاتليه:**
اذا اثر مؤثر خارجي مثل تغير التركيز او الحجم او الضغط او درجة الحرارة على تفاعل ما في حالة اتزان فان هذا التفاعل يتجه باتجاه الذي يقلل من تاثير ذلك الموثر ليصل التفاعل الى حالة اتزان جديدة . (2017 /د 2) (2019 /د 1)

التعاليل

1) **زيادة حجم اناء التفاعل لتفاعل غازي $\Delta n_g\ (products) < \Delta n_g\ (reactants)$ يؤدي الى خفض المنتوج .**
ج/ بما ان عدد مولات المتفاعلات اكبر من عدد مولات النواتج وحيث ان زيادة حجم اناء التفاعل يتجه نحو عدد المولات الاكبر(حسب القاعدة) اي نحو المتفاعلات (بالاتجاه الخلفي) فيقل المنتوج . (2016 /د 1) (2017 /د 3)

2) **زيادة حجم اناء التفاعل لتفاعل غازي $\Delta n_g = -1$ يؤدي الى خفض المنتوج .**
ج/ بما ان Δn_g سالبة اي عدد مولات المتفاعلات اكبر من عدد مولات النواتج وحيث ان زيادة حجم اناء التفاعل يتجه نحو عدد المولات الاكبر(حسب القاعدة) اي نحو المتفاعلات (بالاتجاه الخلفي) فيقل المنتوج (2019 /تمهيدي) .

3) في التفاعل الافتراضي المتزن: طاقة $+ B_{(g)} \rightleftharpoons A_{(g)}$ لا تتغير حرارة اناء التفاعل عند زيادة الضغط الكلي .
ج/ وذلك لان $\Delta n_g = 0$ ، فلا تأثير لزيادة الضغط على التفاعل . (2017 د/ 1)

4) قيمة ثابت الاتزان للتفاعلات غير الانعكاسية تكون كبيرة جداً . (2015 د/ 2) (2017 د/ 1 – خ ق)
ج/ وذلك لان التفاعلات غير الانعكاسية تكون تامة اي تراكيز النواتج تكون كبيرة جداً وتراكيز المتفاعلات تكون صفر تقريباً
وحيث ان $K_C = \frac{[\text{نواتج}]}{[\text{متفاعلات}]}$ لذلك تكون قيمة K_C كبيرة .

5) ترتفع درجة حرارة تفاعل ماص للحرارة عندما $K_C = 0.3$ و $Q = 1$
ج/ بما ان $(K_C < Q)$ فأن التفاعل يتجه بالاتجاه الخلفي الباعث للحرارة (لان الامامي ماص) لذلك ترتفع درجة حرارة التفاعل . (2014 د/ 3) (2015 /تمهيدي) (2017 د/ 2 – خ ق)

6) يعد التفاعل باعثاً للحرارة اذا انخفضت قيمة K_C للتفاعل عند زيادة درجة حرارة التفاعل . (2016 د/ 1 – خ ق)
ج/ بما ان زيادة درجة الحرارة (التسخين) يتجه التفاعل نحو الماص دائماً(حسب القاعدة) وان انخفاض قيمة K_C تدل ان التفاعل يتجه بالاتجاه الخلفي اي الخلفي هو الماص وان الامامي هو الباعث .

7) قيمة K_C تزداد عند رفع درجة حرارة التفاعل في حالة التفاعلات الماصة للحرارة . (2017 د/ 2)
ج/ بما ان رفع درجة الحرارة يتجه بأتجاه الماص دائماً (حسب القاعدة) وحيث ان التفاعل الامامي ماص للحرارة اي يتجه بالاتجاه الامامي نحو النواتج فتزداد قيمة K_C .

8) زيادة الضغط على خليط متوازن $(\Delta n_g = +1)$ فأن الاتزان ينزاح بأتجاه المتفاعلات .
ج/ بما ان Δn_g موجبة فأن عدد مولات المتفاعلات اقل وحيث ان زيادة الضغط يتجه نحو عدد المولات الاقل (حسب القاعدة) اي نحو المتفاعلات . (2016 د/ 2 – خ ق) (2013 د/ 3)

9) تقليل الضغط على خليط متوازن $(\Delta n_g = +1)$ فأن الاتزان ينزاح بأتجاه النواتج .
ج/ بما ان Δn_g موجبة فأن عدد مولات النواتج الاكبر وحيث ان تقليل الضغط يتجه نحو عدد المولات الاكبر(حسب القاعدة) اي يتجه نحو النواتج . (2017 د/ 3) (2015 د/ 1 – خاص) (2019 د/ 3)

10) تقليل الضغط على خليط متوازن $(\Delta n_g = -1)$ فأن الاتزان ينزاح بأتجاه المتفاعلات . (2016 د/ 3)
ج/ بما ان Δn_g سالبة فأن عدد مولات المتفاعلات اكبر من مولات النواتج وحيث ان تقليل الضغط يتجه نحو عدد المولات الاكبر (حسب القاعدة) اي نحو المتفاعلات .

11) تتوقف بعض التفاعلات تماماً بينما تظهر تفاعلات اخرى وكأنها متوقفة . (2013 د/ 2)

ج/ التفاعلات التي تتوقف هي تفاعلات غير انعكاسية اي تامة وتتوقف عندما يستهلك احد المواد المتفاعلة او جميعها ، اما التفاعلات التي تبدو وكأنها متوقفة فهي التفاعلات الانعكاسية حيث تكون سرعة التفاعل الامامي تساوي سرعة التفاعل الخلفي ولكنها مستمرة في كلا الاتجاهين .

اسئلة متفرقة

س/1) تتوقف علاقة K_C و K_P على قيمة .... ج/ Δn_g (2015 د/ 3) (2018 د/ 2)

س/2) ما هي العلاقة بين ثابت الاتزان واتجاه التفاعل ؟ (2017 د/ 1)

ج/ العلاقة كالاتي:

1) اذا كانت قيمة K_{eq} كبيرة جداً $(K_{eq} \gg 1)$ فأن تركيز النواتج اكبر من تركيز المتفاعلات والتفاعل بالاتجاه الامامي $(\rightharpoonup)$

2)اذا كانت قيمة K_{eq} صغيرة جداً $(K_{eq} \ll 1)$ فأن تركيز المتفاعلات اكبر من تركيز النواتج والتفاعل بالاتجاه الخلفي $(\leftharpoondown)$

3) اذا كانت قيمة K_{eq} تساوي الواحد الصحيح $(K_{eq} \cong 1)$ فأن تركيز النواتج يساوي تركيز المتفاعلات .

س/3) ما هي العلاقة بين ثابت الاتزان وحاصل التفاعل Q ؟ (2017 د/ 2)

ج/ العلاقة كالاتي:

1) اذا كان $K_C = Q$ فأن التفاعل في حالة اتزان .

2) اذا كان $K_C > Q$ فأن التفاعل يتجه بالاتجاه الامامي .

3) اذا كان $K_C < Q$ فأن التفاعل يتجه بالاتجاه الخلفي .

س/4) في التفاعل المتزن الاتي: $SO_2Cl_{2(g)} + \text{طاقة} \rightleftharpoons SO_{2(g)} + Cl_{2(g)}$ (2018 /ت)

بين هل ترتفع حرارة التفاعل عند اضافة SO_2 الى خليط الاتزان

ج/ بما ان اضافة SO_2 يتجه بالاتجاه الخلفي (حسب القاعدة اضافة نواتج يتجه نحو المتفاعلات) وحيث ان التفاعل الخلفي باعث للحرارة فيؤدي الى ارتفاع حرارة التفاعل (لان الامامي ماص للحرارة الطاقة مع المتفاعلات) .

س/5) وضح الفرق بين ΔG و ΔG^o واكتب العلاقة بينهما . متى تكون قيمة ΔG تساوي ΔG^o ، اثبت ذلك حسابياً ؟

(2014 د/ 1) (2018 / ت) (2018 د/ 2 – خ ق) (2019 د/ 2)

ج/

الفرق هو: ΔG : الطاقة الحرة غير القياسية

ΔG^o : الطاقة الحرة القياسية و العلاقة هي: $\Delta G = \Delta G_r^o + RTLnQ$

$\Delta G = \Delta G_r^o$ عندما $Q = 1$ لان $Ln1 = 0$ وكالاتي:

$$\Delta G = \Delta G_r^o + RTLnQ$$
$$\Delta G = \Delta G_r^o + RTLn1$$
$$\Delta G = \Delta G_r^o + RT(0)$$
$$\Delta G = \Delta G_r^o$$

مسائل K_f و K_b

س/1) تفاعل ما متزن ثابت الاتزان له K_{eq} يساوي 4.24 وثابت سرعة التفاعل الخلفي k_b يساوي 0.02 ، احسب ثابت سرعة التفاعل الامامي k_f . (1 د/ 2014) (1 د/ 2016)

ج/ $k_f = 4.24 \times 0.02 = 0.0848 \quad \Leftarrow \quad 4.24 = \frac{k_f}{0.02} \quad \Leftarrow \quad K_{eq} = \frac{k_f}{k_b}$

س/2) تفاعل ما متزن ثابت الاتزان له K_{eq} يساوي 4.4 ثابت سرعة التفاعل الامامي k_f يساوي 0.022 احسب ثابت سرعة التفاعل الخلفي k_b . (ت/ 2019)

ج/ $K_b = \frac{0.022}{4.24} = 0.005 \quad \Leftarrow \quad 4.24 = \frac{0.022}{k_b} \quad \Leftarrow \quad K_{eq} = \frac{k_f}{k_b}$

س/3) تفاعل متزن ثابت الاتزان له K_{eq} يساوي 5.5 ثابت سرعة التفاعل الامامي k_f يساوي 0.19 فأن ثابت سرعة التفاعل الخلفي k_b له يساوي .... ج/ 0.0345 (1 د/ 2019)

$K_b = \frac{0.19}{5.5} = 0.0345 \quad \Leftarrow \quad 5.5 = \frac{0.19}{k_b} \quad \Leftarrow \quad K_{eq} = \frac{k_f}{k_b}$

مسائل K_C و K_p

س/1) في احد التجارب العلمية ادخل $0.625mol$ من غاز N_2O_4 في وعاء سعته $5L$ فتفكك الغاز حسب التفاعل التالي وبدرجة حرارة معينة . وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان تركيز N_2O_4 المتبقي يساوي $0.025mol/L$ احسب قيمة K_C لهذا التفاعل $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ (ت/ 2016)

ج/

1) نحسب المولارية للتراكيز الابتدائية: $M = \frac{n(mol)}{v(L)} = \frac{0.625mol}{5L} = 0.125\ mol/L$

2) كتابة الجدول:

M	$N_2O_{4(g)}$ $\rightleftharpoons$	$2NO_{2(g)}$
التراكيز الابتدائية	0.125	0.0
التغير في التراكيز	$-x$	$+2x$
التراكيز عند الاتزان	$0.125 - x$ 0.025	$2x$

3) نجد قيمة x من تركيز N_2O_4 المتبقي :

بما ان $[N_2O_4]$ عند الاتزان يساوي تركيزه المتبقي لذا فأن قيمة x تحسب كالاتي:

$0.125 - x = 0.025 \quad \Rightarrow \quad x = 0.125 - 0.025 = 0.1\ mol/L$

اما $[NO_2]$ عند الاتزان فهو : $[NO_2] = 2x = 2(0.1) = 0.2\ mol/L$

3) حساب K_C :

نجد K_C من التراكيز عند الاتزان $K_C = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(0.2)^2}{0.025} = \frac{0.040}{0.025} = 1.6$

س/2) للتفاعل $2CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)} + O_{2(g)}$ في اناء حجمه $2L$ وضع $1.6mol$ من غاز CO_2 وبدرجة حرارة معينة وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان نصف كمية الغاز قد تفككت . احسب K_C . (3 د/ 2014)

ج/

1) نحسب المولارية للتراكيز الابتدائية:

$$M = \frac{n(mol)}{v(L)} = \frac{1.6mol}{2L} = 0.8\ mol/L$$

2) كتابة الجدول:

M	$2CO_{2(g)}$ ⇌	$2CO_{(g)}$	$+O_{2(g)}$
التراكيز الابتدائية	0.8	0.0	0.0
التغير في التراكيز	$-2x$	$+2x$	$+x$
التراكيز عند الاتزان	$0.8-2x$	$2x$	x

3) نجد قيمة x من تركيز CO_2 المتفكك :

$$[CO_2]_{المتفكك} = \frac{0.8}{2} = 0.4\ mol/L$$

$\because$ $[CO_2]_{المتفكك} = 2x$

$\therefore$ $2x = 0.4\ mol/L \Rightarrow x = 0.2\ mol/L$

4) نجد التراكيز عند الاتزان :

$[CO_2] = 0.4\ mol/L$ (وهو التركيز المتبقي اي نصف الكمية ايضاً)

$[CO] = 2x = 2(0.2) = 0.4\ mol/L$

$[O_2] = x = 0.2\ mol/L$

3) حساب K_C :

$$K_C = \frac{[CO]^2[O_2]}{[CO_2]^2} = \frac{(0.4)^2(0.2)}{(0.4)^2} = 0.2$$

س/3) في التفاعل الغازي الاتي : $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ وضعت كميات مختلفة (مولات مختلفة) من H_2 و N_2 في اناء سعة لتر وعند وصول التفاعل لحالة الاتزان وجد ان ما استهلك من H_2 يساوي $0.3mol$ وما تبقى من N_2 يساوي $0.2mol$. ماعدد مولات كل من H_2 و N_2 قبل التفاعل علما ان ثابت بان ثابت الاتزان K_C للتفاعل يساوي 200 . (2017 /ت)

ج/

1) التركيز المولاري: بما ان الحجم $1L$ فالتركيز المولاري يساوي عدد المولات

2) الفرضية: نفرض ان عدد مولات H_2 الابتدائية تساوي y

نفرض ان عدد مولات N_2 الابتدائية تساوي z

3) كتابة الجدول:

M	$3H_{2(g)}$ +	$N_{2(g)}$ ⇌	$2NH_{3(g)}$
التراكيز الابتدائية	y	z	0.0
التغير في التراكيز	$-3x$	$-x$	$+2x$
التراكيز عند الاتزان	$y-3x$	$z-x$	$2x$

4)

نجد قيمة x من تركيز H_2 المستهلك : $3x = 0.3mol \Rightarrow x = 0.1mol$

نجد قيمة z من تركيز N_2 المتبقي : $z - x = 0.2mol \Rightarrow z - 0.1 = 0.2mol \Rightarrow z = 0.3mol$

نجد قيمة y من K_C والتراكيز عند الاتزان:

$$K_C = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} \Rightarrow 200 = \frac{[0.2]^2}{(y-0.3)^3)(0.2)}$$

(اخذ $\sqrt[3]{}$) $(y-0.3)^3 = \frac{0.2}{200} \Rightarrow (y-0.3)^3 = \frac{1}{1000}$

$y - 0.3 = 0.1 \Rightarrow y = 0.4\ mol$

س/4) للتفاعل المتزن : $A_{2(g)} \rightleftharpoons 2A_{(g)}$ وجد انه عند وضع مول من A_2 في اناء التفاعل حجمه لتر واحد عند (STP) يصل التفاعل حالة الاتزان فوجد انه يتحلل 1% من A_2 . ما قيمة K_C للتفاعل ؟ وما تركيز A الذي يكون في حالة اتزان مع M 001 من A_2 وعند ظروف التفاعل نفسها ؟ (2017 /1)



ج/ نجد K_C :

1) نجد تركيز المتحلل للمادة A_2 (وهو يمثل قيمة x من % للتحلل وتركيزها الابتدائي:

$$\%_{للتحلل} = \frac{[المتحلل]}{[الابتدائي]} \times 100$$

$$\% \quad 1 = \frac{x}{1} \times 100 \quad \Rightarrow \quad 100x = 1 \quad \Rightarrow \quad x = 0.01 \text{ M}$$

2) نجد تراكيز المواد عند الاتزان بطريقة الجدول:
(نعوض قيمة x)

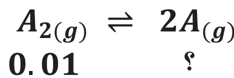
M	$A_{2(g)}$ ⇌	$2A_{(g)}$
التراكيز الابتدائية	1	0
التغير في التراكيز	$-x$	$+2x$
التراكيز عند الاتزان	$1-x$	$2x$

$1 - 0.01 \cong 1$ $2(0.01)$ (0.02)

3) نجد K_C للتفاعل :

$$K_C = \frac{[A]^2}{[A_2]} = \frac{(0.02)^2}{1} = 4 \times 10^{-4}$$

امـــا تركيز المادة A فيحسب من K_C وتركيز المادة A_2 :



$$A_{2(g)} \rightleftharpoons 2A_{(g)}$$
$$0.01 \qquad ؟$$

$$K_C = \frac{[A]^2}{[A_2]} \quad \Rightarrow \quad 4 \times 10^{-4} = \frac{[A]^2}{0.01}$$

$$[A]^2 = 4 \times 10^{-6} \quad \Rightarrow \quad [A] = 2 \times 10^{-3} \text{ M}$$

س/5) للتفاعل المتزن: $CO_{(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + H_{2(g)}$ وفي اناء حجمه لتر واحد تم خلط مولات متساوية من CO_2 و H_2 وبدرجة حرارة $2000K$ وصل التفاعل حالة الاتزان فوجد ان عدد المولات الكلية لخليط الغازات عند الاتزان تساوي $3mol$. ما تراكيز خليط الاتزان علماً بأن ثابت الاتزان K_C يساوي 4 ؟ **(3 د/ 2017)**

ج/

1)الفرضية: نفرض ان عدد المولات لكل من CO_2 وH_2 في بداية التفاعل $y =$ (وهي تساوي المولارية لان الحجم واحد لتر)

2) نعمل جدولاً وكالاتي:

M	$CO_{2(g)}$ +	$H_{2(g)}$ ⇌	$CO_{(g)}$ +	$H_2O_{(g)}$
التراكيز الابتدائية	y	y	0	0
التغير في التراكيز	$-x$	$-x$	$+x$	$+x$
التراكيز عند الاتزان	$y-x$	$y-x$	x	x

3) نجد قيمة y من عدد المولات الكلية n_T :

$$n_T = n_{CO_2} + n_{H_2} + n_{CO} + n_{H_2O}$$
$$3mol = y - x + y - x + x + x$$
$$2y = 3 \quad \Rightarrow \quad y = 1.5mol$$

4) نجد قيمة x من K_C :

$$K_C = \frac{[CO][H_2O]}{[CO_2][H_2]} \quad \Rightarrow \quad 4 = \frac{x^2}{(1.5-x)^2} \quad \sqrt{}$$

$$2 = \frac{x}{1.5-x} \quad \Rightarrow \quad x = 1 \, mol/L$$

5) نجد التراكيز المولاريةعند الاتزان:

$$[CO_2] = [H_2] = y - x = 1.5 - 1 = 0.5 \, mol/L$$
$$[CO] = [H_2O] = x = 1 \, mol/L$$

العلاقة بين K_C و K_p

س1/ افترض حصول الاتزان للتفاعل الاتي عند درجه حرارة $300K$: $NH_4HS_{(S)} \rightleftharpoons NH_{3(g)} + H_2S_{(g)}$ ووجد ان قيم الضغوط الجزئية لكل من غازي النواتج عند حصول الاتزان تساوي $0.3atm$. احسب K_P و K_C للتفاعل .

(تمهيدي/ 2017) (د2 / 2013) (د2 / 2015)

ج/

1) حساب K_P من الضغوط عند الاتزان :

$$K_P = P_{NH_3} \times P_{H_2S} = 0.3 \times 0.3 = 0.09$$

2) حساب Δn_g :

$$\Delta n_g = \sum n_g\,(products) - \sum n_g\,(reactants) = 2 - 0 = 2$$

4) حساب K_C من K_P :

$$K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$$

$$K_C = 0.09(0.082 \times 300)^{-2} = \frac{0.09}{(24.6)^2} = \frac{0.09}{605.16} = 1.5 \times 10^{-4}$$

س2/ اذا كانت K_C تساوي 1.6 عند $1000C^o$ بالنسبة للتفاعل الاتي : $C_{(S)} + CO_{2(g)} \rightleftharpoons 2CO_{(g)}$ احسب ضغط CO الجزئي في حالة الاتزان عندما يكون الضغط الجزئي لغاز CO_2 يساوي $0.6atm$.

(د1 / 2015 – خاص)

ج/

نجد P_{CO} من K_P بعد ايجاده من K_C وكالاتي:

1) حساب Δn_g :

$$\Delta n_g = \sum n_g\,(products) - \sum n_g\,(reactants) = 2 - 1 = 1$$

2) نجد $T(K)$:

$$T(K) = t(C^o) + 273 = 1000 + 273 = 1273K$$

3) نجد K_P من K_C :

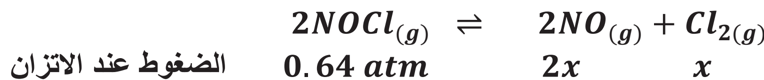
$$K_P = K_C\,(RT)^{\Delta n_g} = 1.6\,(0.082 \times 1273)^1 = 1.6(104.4) = 167$$

4) نجد P_{CO} :

$$K_P = \frac{P^2_{CO}}{P_{CO_2}} \Rightarrow 167 = \frac{P^2_{CO}}{0.6}$$

$$P^2_{CO} = 100 \Rightarrow P_{CO} = 10atm$$

س4/ عند تسخين غاز $NOCl$ النقي الى درجة $240C^o$ في اناء مغلق حجمه لتر يتحلل حسب المعادلة:
$2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$ وعند وصول التفاعل الى حالة الاتزان وجد ان الضغط الكلي لمزيج الاتزان يساوي $1atm$ والضغط الجزئي لغاز $NOCl$ يساوي $0.64\ atm$ احسب:
1) الضغوط الجزيئية لكل من غازي Cl_2 و NO عند الاتزان . 2) ثابت الاتزان K_C للتفاعل عند نفس درجة الحرارة .


(الضغط الكلي= 0.9atm والجزيئي = 0.54 atm) (د2 / 2016) (د2 / 2014) (د1 / 2013)

ج/

1) الفرضية: اذا كان الضغط الجزئي لغاز Cl_2 عند الاتزان يساوي x ، فأن الضغط الجزئي لغاز NO يساوي $2x$ وذلك حسب عدد المولات في المعادلة وكالاتي:

	$2NOCl_{(g)}$	$\rightleftharpoons$	$2NO_{(g)}$	$+\ Cl_{2(g)}$
الضغوط عند الاتزان	$0.64\ atm$		$2x$	x

2) نجد قيمة x من P_T :

$$P_T = P_{NOCl} + P_{NO} + P_{Cl_2}$$

$$1 = 0.64 + 2x + x \Rightarrow 3x = 0.36 \Rightarrow x = 0.12atm$$

اي ان:

$$P_{Cl_2} = x = 0.12atm$$

$$P_{NO} = 2x = 0.24atm$$



3) حساب K_P من K_C :

$$K_P = \frac{P^2_{NO}P_{Cl_2}}{P^2_{NOCl}} = \frac{(0.24)^2(0.12)}{(0.64)^2} = 0.017$$

$$\Delta n_g = \sum n_g\,(products) - \sum n_g\,(reactants) = 3 - 2 = +1$$
$$T(K) = t(C^o) + 273 = 240 + 273 = 513K$$
$$K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$$
$$K_C = 0.017(0.082 \times 513)^{-1} = \frac{0.017}{42} = 4 \times 10^{-4}$$

س/5) للتفاعل المتزن الاتي: $3A_{(g)} \rightleftharpoons aB_{(g)}$ وجد ان ثابت الاتزان K_C يساوي 147.6 وبدلالة K_P يساوي 6 بدرجة حرارة $27C^o$ ، بين تاثير زيادة الضغط على حالة الاتزان) . (3 د/ 2016)

ج/

1) حساب Δn_g :

$$T(K) = t(C^o) + 273 = 27 + 273 = 300K$$
$K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$ (او من العلاقة الثانية)
$$147.6 = 6(0.082 \times 300)^{-\Delta n_g}$$
$$(24.6) = (24.6)^{-\Delta n_g}$$
$-\Delta n_g = 1$ (اذا تساوت الاساسات تساوت الاسس)

2) نجد قيمة a :

$$\Delta n_g = \sum n_g\,(products) - \sum n_g\,(reactants)$$
$-1 = a - 3 \Rightarrow a = +2$

بزيادة الضغط يتجه التفاعل بالاتجاه الامامي نحو عدد المولات الاقل .

س/6) اذا كانت درجة تفكك مول واحد N_2O_4 الى NO_2 هي 20 % عند درجة حرارة $27C^o$ وضغط $1atm$ وفي اناء حجمه لتر واحد . احسب قيمة K_P للتفاعل . (1 د/ 2014)

ج/

1) نجد تركيز N_2O_4 المتفكك (x) :

$$\% \text{ للتفكك} = \frac{[\text{المتفكك}]}{[\text{الابتدائي}]} \times 100 \Rightarrow 20 = \frac{x}{1} \times 100 \Rightarrow x = 0.2\ mol/L$$

2) كتابة الجدول:

M	$N_2O_{4(g)}$ $\rightleftharpoons$	$2NO_{2(g)}$
التراكيز الابتدائية	1	0
التغير في التراكيز	$-x$	$+2x$
التراكيز عند الاتزان	$1-x$	$2x$

3) التراكيز عند الاتزان هي:

$$[N_2O_4] = 1 - x = 1 - 0.2 = 0.8\ mol/L$$
$$[NO_2] = 2x = 2(0.2) = 0.4 mol/L$$

4) نجد K_C :

$$K_C = \frac{[NO_2]^2}{[N_2O_4]} = \frac{(0.4)^2}{0.8} = 0.2$$

5) نجد K_P من K_C :

$$\Delta n_g = \sum n_g\,(products) - \sum n_g\,(reactants) = 2 - 1 = 1$$

$$T(K) = t(C^o) + 273 = 27 + 273 = 300K$$

$$K_P = K_C\,(RT)^{\Delta n_g} = 0.2\,(0.082 \times 300)^1 = 4.92$$

س/7) التفاعل التالي يجري بدون عامل مساعد وعند وصول التفاعل الى حالة $N_2O_{4(g)} \rightleftharpoons 2NO_{2(g)}$ الاتزان وجد ان الضغوط الجزيئية $P_{NO_2} = 1.56\ atm$ و $P_{N_2O_4} = 0.377\ atm$ عند درجة حرارة $100C^o$ احسب K_P و K_C

(2018 / د1 – خ ق)

ج/

- نجد K_P

$$K_P = \frac{P^2_{NO_2}}{P_{N_2O_4}} = \frac{(1.56)^2}{0.377} = 6.46$$

- حساب K_C من K_P :

$$\Delta n_g = \sum n_g\ (products) - \sum n_g\ (reactants) = 2 - 1 = +1$$

$$T(K) = t(C^o) + 273 = 100 + 273 = 373K$$

$$K_C = K_P(RT)^{-\Delta n_g}$$

$$K_C = 6.46(0.082 \times 373)^{-1} = \frac{6.46}{30.85} = 0.21$$

س/8) وضع $4g$ من غاز HF في وعاء مغلق حجمه $2L$ عند درجة حرارة $27C^o$ وترك في الوعاء المغلق يتفكك حتى تم الاتزان الكيميائي حسب المعادلة الاتية: $2HF_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + F_{2(g)}$ فاذا كان K_P للتفاعل يساوي 1.21 . احسب الضغط الجزئي لغاز HF عند الاتزان علماً بان الكتلة المولية للغاز تساوي $20\ g/mol$ $(\sqrt{1.21} = 1.1)$

(2017 / د2)

ج/

1) نجد الضغط الابتدائي لغاز HF من القانون العام للغازات وكالاتي :

$$T(K) = t(C^o) + 273 = 27 + 273 = 300K$$

$$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{4g}{20(g/mol)} = 0.2\ mol$$

$$PV = nRT \qquad P = \frac{nRT}{V} = \frac{(0.2 \times 0.082 \times 300)}{2} = 2.46\ atm$$

2) كتابة الجدول:

الضغط/ atm	$2HF_{(g)}$ ⇌	$H_{2(g)}$ +	$F_{2(g)}$
الضغوط الابتدائية	2.46	0	0
التغير في الضغوط	$-2x$	$+x$	$+x$
الضغوط عند الاتزان	$2.46 - 2x$	x	x

3) نجد قيمة x من K_P :

$$K_P = \frac{P_{H_2}P_{F_2}}{P^2_{HF}} \Rightarrow 1.21 = \frac{x^2}{(2.46-2x)^2} \quad \sqrt{} \Rightarrow 1.1 = \frac{x}{2.46-2x}$$

$$x = 2.7 - 2.2x \Rightarrow 3.2x = 2.7 \Rightarrow x = 0.85atm$$

4) نجد ضغط HF عند الاتزان :

$$P_{HF} = 2.46 - 2x = 2.46 - 2(0.85) = 2.46 - 1.70 = 0.76atm$$

س/9) وضع $4g$ من غاز HF في وعاء مغلق حجمه $2L$ عند درجة حرارة $27C^o$ وترك في الوعاء المغلق يتفكك حتى تم الاتزان الكيميائي حسب المعادلة الاتية: $2HF_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + F_{2(g)}$ وعند الوصول الى حالة الاتزان ازداد H_2 بمقدار $0.85atm$ احسب K_P للتفاعل علماً بان الكتلة المولية للغاز تساوي $20\ g/mol$

(2017 / د1)

ج/

1) نجد الضغط الابتدائي لغاز HF من القانون العام للغازات وكالاتي :

$$T(K) = t(C^o) + 273 = 27 + 273 = 300K$$

$$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{4g}{20(g/mol)} = 0.2\ mol$$

$$PV = nRT \qquad P = \frac{nRT}{V} = \frac{(0.2 \times 0.082 \times 300)}{2} = 2.46\ atm$$

2) كتابة الجدول:

الضغط/ atm	$2HF_{(g)}$ ⇌	$H_{2(g)}$ +	$F_{2(g)}$
الضغوط الابتدائية	2.46	0	0
التغير في الضغوط	$-2x$	$+x$	$+x$
الضغوط عند الاتزان	$2.46-2x$	x	x

3) نجد الضغوط الجزيئية عند الاتزان : $x = 0.85atm$ مقدار الزيادة تمثل التغير بالضغط

$$P_{H_2} = 0.85atm$$

$$P_{Br_2} = 0.85atm$$

$$P_{HF} = 2.46 - 2x = 2.46 - 2(0.85) = 0.76$$

4) نجد K_P :

$$K_P = \frac{P_{H_2}P_{F_2}}{P^2_{HF}} = \frac{(0.85)^2}{(0.76)^2} = 1.2$$

مسائل اهمية K_C و K_p

س/1) للتفاعل الغازي: $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ بدرجة حرارة معينة وجد ان خليط الاتزان يحتوي على 0.02 M من NH_3 و 0.1 M من N_2 وكذلك من H_2 . (2014 د 2 – خاص)

ما ثابت الاتزان K_C للتفاعل: $NH_{3(g)} \rightleftharpoons \frac{3}{2}H_{2(g)} + \frac{1}{2}N_{2(g)}$

ج/

1) نجد K_{C1} للتفاعل الاول من التراكيز عند الاتزان:

$$K_{C1} = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = \frac{(0.02)^2}{(0.1)^3(0.1)} = 4$$

2) المعادلة الثانية معكوس المعادلة الاولى ومضروبة بالعدد $\frac{1}{2}$:

$$K_{C2} = \frac{1}{\sqrt{K_{C1}}} = \frac{1}{\sqrt{4}} = \frac{1}{2} = 0.5$$

س/2) وضع مول واحد من بروميد الهيدروجين في وعاء مغلق حجمة لتر واحد وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الغازي الى حالة الاتزان فوجد ان المتكون من غاز البروم $0.2mol$ حسب التفاعل الاتي: $2HBr_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Br_{2(g)}$ ، فما عدد مولات غاز HBr في خليط الاتزان لاناء اخر حجمه $1L$ الناتج من خليط غازي البروم والهيدروجين بكميات $2mol$ لكل منها . (2013 د 2) (2018 د 3)

ج/

الاناء الاول:

نجد K_{C1} لتفاعل الاناء الاول :

1) نحسب المولارية للتراكيز الابتدائية:

$$M = \frac{n(mol)}{v(L)} \Rightarrow [HBr] = \frac{1\ mol}{1\ L} = 1\ mol/L$$

2) كتابة الجدول:

M	$2HBr_{(g)}$ ⇌	$H_{2(g)}$ +	$Br_{2(g)}$
التراكيز الابتدائية	1	0.0	0.0
التغير في التراكيز	$-2x$	$+x$	$+x$
التراكيز عند الاتزان	$1-2x$	x	x

3) نجد قيمة x من تركيز Br_2 المتكون :
(ومنه نجد تركيز H_2 و HBr عند الاتزان)

المتكون $[Br_2] = 0.2 = x\ mol/L$

$[H_2] = x = 0.2\ mol/L$

$[HBr] = 1 - 2x = 1 - 2(0.2) = 1 - 0.4 = 0.6\ mol/L$

4) حساب K_C :

$$K_{C1} = \frac{[H_2][Br_2]}{[HBr]^2} = \frac{(0.2)^2}{(0.6)^2} = \frac{1}{9}$$

الاناء الثاني:

1) نجد K_{C2} للاناء الثاني :

(تفاعل الاناء الاول) $2HBr_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Br_{2(g)} \quad K_{C1} = \frac{1}{9}$

(تفاعل الاناء الثاني) $H_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2HBr_{(g)} \quad K_{C1} = ?$

بما ان التفاعل الثاني هو معكوس التفاعل الاول (القاعدة الثانية) لذا فأن: $K_{C2} = \frac{1}{K_{C1}} = \frac{1}{\frac{1}{9}} = 9$

2) كتابة الجدول:

M	$H_{2(g)}$ +	$Br_{2(g)}$ ⇌	$2HBr_{(g)}$
التراكيز الابتدائية	2	2	0.0
التغير في التراكيز	$-x$	$-x$	$+2x$
التراكيز عند الاتزان	$2-x$	$2-x$	$2x$

3) نجد قيمة x من K_{C2}:

$$K_{C2} = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]} \Rightarrow 9 = \frac{(2x)^2}{(2-x)^2} \Rightarrow 3 = \frac{2x}{2-x} \Rightarrow x = 1.2 mol/L$$

4) نجد عدد مولات HBr المتكونة عند الاتزان :

$[HBr] = 2x = 2(1.2) = 2.4\ mol/L$

$n(mol)HBr = 2.4mol/L \times 1L = 2.4mol$

س/3) وضع $2mol$ من بروميد الهيدروجين في وعاء مغلق حجمه $2L$ وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الغازي الى حالة الاتزان فوجد ان المتكون من غاز البروم $0.4mol$ حسب التفاعل الاتي: $2HBr_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Br_{2(g)}$ ، فما عدد مولات غاز HBr في خليط الاتزان لاناء اخر حجمه $2L$ الناتج من خليط غازي البروم والهيدروجين بكميات $2mol$ لكل منها . (3 د/ 2016)

ج/

المطلوب ايجاد عدد مولات غاز HBr عند الاتزان للاناء الثاني ولكن بعد ايجاد ثابت الاتزان له (K_{C2}) من K_{C1} لتفاعل الاناء الاول وكالاتي:

الاناء الاول: نجد K_{C1} لتفاعل الاناء الاول :

1) نحسب التراكيز المولارية:

$M = \frac{n(mol)}{v(L)} \Rightarrow [HBr] = \frac{2\ mol}{2\ L} = 1\ mol/L$

$[Br_2] = \frac{0.4\ mol}{2\ L} = 0.2\ mol/L$

2) كتابة الجدول:

M	$2HBr_{(g)}$ ⇌	$H_{2(g)}$ +	$Br_{2(g)}$
التراكيز الابتدائية	1	0.0	0.0
التغير في التراكيز	$-2x$	$+x$	$+x$
التراكيز عند الاتزان	$1-2x$	x	x

3) نجد قيمة x من تركيز Br_2 المتكون :
(ومنه نجد تركيز H_2 و HBr عند الاتزان)

المتكون $[Br_2] = 0.2 = x\ mol/L$

$[H_2] = x = 0.2\ mol/L$

$[HBr] = 1 - 2x = 1 - 2(0.2) = 1 - 0.4 = 0.6\ mol/L$

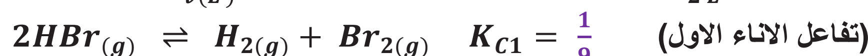
4) حساب K_C :

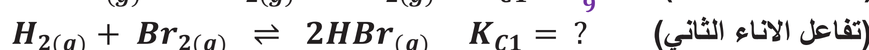
$$K_{C1} = \frac{[H_2][Br_2]}{[HBr]^2} = \frac{(0.2)^2}{(0.6)^2} = \frac{1}{9}$$

الاناء الثاني:

$$M = \frac{n(mol)}{v(L)} \Rightarrow [Br_2] = [H_2] = \frac{2\ mol}{2\ L} = 1\ mol/L$$

1) نجد K_{C2} للاناء الثاني :


$2HBr_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + Br_{2(g)} \quad K_{C1} = \frac{1}{9}$ (تفاعل الاناء الاول)


$H_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2HBr_{(g)} \quad K_{C1} = ?$ (تفاعل الاناء الثاني)

بما ان التفاعل الثاني هو معكوس التفاعل الاول (القاعدة الثانية) لذا فأن:

$$K_{C2} = \frac{1}{K_{C1}} = \frac{1}{\frac{1}{9}} = 9$$

2) كتابة الجدول:

M	$H_{2(g)}$ +	$Br_{2(g)}$ ⇌	$2HBr_{(g)}$
التراكيز الابتدائية	1	1	0.0
التغير في التراكيز	$-x$	$-x$	$+2x$
التراكيز عند الاتزان	$1-x$	$1-x$	$2x$

3) نجد قيمة x من K_{C2}:

$$K_{C2} = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]} \Rightarrow 9 = \frac{(2x)^2}{(1-x)^2} \Rightarrow 3 = \frac{2x}{1-x} \Rightarrow x = 0.6 mol/L$$

4) نجد عدد مولات HBr المتكونة عند الاتزان :

$[HBr] = 2x = 2(0.6) = 1.2\ mol/L$

$n(mol)HBr = 1.2mol/L \times 2L = 2.4mol$

مسائل الحاصل Q

س/1) ثابت الاتزان للتفاعل الغازي $2NOCl_{(g)} \rightleftharpoons 2NO_{(g)} + Cl_{2(g)}$ عند درجة $240C^o$ يساوي 4×10^{-4} ادرس الحالات التالية وقرر اتجاه سير التفاعل علماً ان جميع التراكيز معبراً عنها بوحدات mol/L . **(2019 /تمهيدي)**

	$NOCl$	NO	Cl_2
1	0.002	0.004	0.02
2	0.001	0.002	0.0001
3	0.4	0.002	0.001

ج/ نجد حاصل التفاعل Q ونقارن مع الثابت 4×10^{-4}

1) $Q = \frac{[NO]^2[Cl_2]}{[NOCl]^2} = \frac{(0.004)^2(0.02)}{(0.002)^2} = 8 \times 10^{-2}$

2) $Q = \frac{[NO]^2[Cl_2]}{[NOCl]^2} = \frac{(0.002)^2(0.0001)}{(0.001)^2} = 4 \times 10^{-4}$

3) $Q = \frac{[NO]^2[Cl_2]}{[NOCl]^2} = \frac{(0.002)^2(0.001)}{(0.4)^2} = 2.5 \times 10^{-8}$

1) $K_C < Q$ التفاعل يتجه بالاتجاه الخلفي .
2) $K_C = Q$ التفاعل في حالة اتزان .
3) $K_C > Q$ التفاعل يتجه بالاتجاه الامامي .

س/2) للتفاعل الغازي $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)}$ ثابت الاتزان K_C له يساوي 9
1) هل ان مزيج مكون من $2mol$ من كل من الغازت H_2 ، N_2 ، NH_3 في وعاء مغلق حجمه $1L$ يمثل حالة الاتزان 2) لو افترضنا ان المزيج غير متزن ما حجم الاناء اللازم لجعله متزناً ؟ (1 د/ 2015)

ج/

1) نحسب المولارية للتراكيز الابتدائية:

$$M = \frac{n(mol)}{v(L)} = \frac{2mol}{1L} = 2\ mol/L$$

2) نجد Q ويقارن مع K_C :

$$Q = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} = \frac{(2)^2}{(2)^3(2)} = \frac{1}{4} = 0.25$$

بما ان $K_C > Q$ ، لذا فالتفاعل يسير بالاتجاه الامامي ، اي ليست حالة اتزان .

3) نجد حجم الاناء (V) من المولارية (M) لتراكيز المواد عند الاتزان في علاقة K_C :

$$K_C = \frac{[NH_3]^2}{[H_2]^3[N_2]} \Rightarrow 9 = \frac{(\frac{2}{V})^2}{(\frac{2}{V})^3(\frac{2}{V})}$$

$$9 = \frac{V^2}{2^2} \Rightarrow V^2 = 36 \Rightarrow V = 6L$$

س/3) في اناء حجمه $2L$ سخن $1.4mol$ من مزيج من الغازات HBr و H_2 Br_2 الى درجة حرارة معينة حتى وصل التفاعل الى حالة الى حالة الاتزان . $H_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2HBr_{(g)}$ فاذا علمت ان ثابت الاتزان لتكوين مول واحد من HBr من غازي H_2 و Br_2 بدلالة الضغوط الجزئية K_P يساوي 0.25 ، فما عدد مولات المواد الناتجة والمتبقية في الاناء عند الاتزان ؟ (خ ق/ 2013) ($1L$ ، $0.7mol$ /خاص – 1 د/ 2015) ($4L$ ، $2.8mol$ /موصل – 1 د/ 2017)

ج/ يحل السؤال بالخطوات الاتية:

1) نجد M من عدد المولات والحجم : $M = \frac{n(mol)}{v(L)} = \frac{1.4mol}{2L} = 0.7\ \frac{mol}{L}$ (لكل من HBr و H_2 و Br_2)

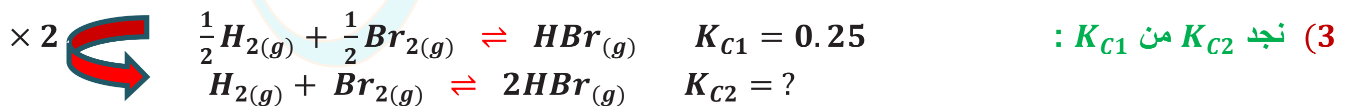
2) نجد K_C من K_P لمعادلة تكوين مول واحد من HBr:



$$\frac{1}{2}H_{2(g)} + \frac{1}{2}Br_{2(g)} \rightleftharpoons HBr_{(g)} \qquad K_P = 0.25$$

بما ان $\Delta n_g = 0$ لذلك فأن : $K_C = K_P = 0.25$ (وهو يعتبر K_{C1})

3) نجد K_{C2} من K_{C1} :



$$\frac{1}{2}H_{2(g)} + \frac{1}{2}Br_{2(g)} \rightleftharpoons HBr_{(g)} \qquad K_{C1} = 0.25$$

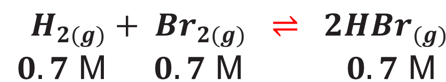
$\times 2$

$$H_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2HBr_{(g)} \qquad K_{C2} = ?$$

بما ان التفاعل الثاني هو ناتج من ضرب التفاعل الاول بالعدد 2 لذلك فان :

$$K_{C2} = (K_{C1})^2 = (0.25)^2 = 0.0625$$

4) نجد حاصل التفاعل Q لمعرفة اتجاه التفاعل :



$$H_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2HBr_{(g)}$$

0.7 M   0.7 M   0.7 M

$$Q = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]} = \frac{(0.7)^2}{(0.7)^2} = 1$$

بما ان $K_C < Q$ ، لذا فالتفاعل يسير بالاتجاه الخلفي .

5) كتابة الجدول:

M	$H_{2(g)}$ +	$Br_{2(g)}$ ⇌	$2HBr_{(g)}$
التراكيز الابتدائية	0.7	0.7	0.7
التغير في التراكيز	$+x$	$+x$	$-2x$
التراكيز عند الاتزان	$0.7+x$	$0.7+x$	$0.7-2x$

6) نجد قيمة x من K_C :

$$K_C = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]} \Rightarrow 0.0625 = \frac{(0.7-2x)^2}{(0.7+x)^2} \quad \surd$$

$$0.25 = \frac{(0.7-2x)}{(0.7+x)} \Rightarrow 0.7-2x = 0.175+0.25x$$

$$2.25x = 0.525 \Rightarrow x = \frac{0.525}{2.25} = 0.233mol/L$$

7) نجد التراكيز المولارية عند الاتزان:

$$[H_2] = [Br_2] = 0.7+x = 0.700+0.233 = 0.933mol/L$$
$$[HBr] = 0.7-2x = 0.7-2(0.233) = 0.234mol/L$$

8) نجد عدد المولات لمزيج المواد عند الاتزان :

$$M = \frac{n(mol)}{V(L)} \Rightarrow n(mol) = M \times V(L)$$
$$nH_2 = nBr_2 = 0.933mol/L \times 2L = 1.866mol$$
$$nHBr = 0.234mol/L \times 2L = 0.468mol$$

س/4) التفاعل الغازي الاتي: $H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2HCl_{(g)}$ في وعاء حجمه لتر وضع $0.2mol$ من كل من الغازات المتفاعلة والناتجة الى بدرجة حرارة معينة حتى وصل التفاعل الى حالة الاتزان احسب عدد مولات الخليط عند الاتزان اذا علمت ان ثابت تفكك مول واحد من HCl يساوي 0.5 بدلالة الضغوط الجزيئية K_p . (2019 د1 – خ ق) (2017 د2)

ج/

يحل السؤال بالخطوات الاتية:

1) نجد M من عدد المولات والحجم :

$$M = \frac{n(mol)}{v(L)} = \frac{0.2mol}{1L} = 0.2\ \frac{mol}{L}$$ (لكل من HCl و H_2 و Cl_2)

2) نجد K_C من K_P لمعادلة تفكك مول واحد من HCl:

$$HCl_{(g)} \rightleftharpoons \tfrac{1}{2}H_{2(g)} + \tfrac{1}{2}Cl_{2(g)} \qquad K_P = 0.5$$

بما ان $\Delta n_g = 0$ لذلك فأن : $K_C = K_P = 0.5$ (وهو يعتبر K_{C1})

3) نجد K_{C2} من K_{C1} :

$$HCl_{(g)} \rightleftharpoons \tfrac{1}{2}H_{2(g)} + \tfrac{1}{2}Cl_{2(g)} \qquad K_{C1} = 0.5$$
$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2HCl_{(g)} \qquad K_{C2} = ?$$

بما ان التفاعل الثاني هو ناتج من عكس وضرب التفاعل الاول بالعدد 2 لذلك فان :

$$K_{C2} = \frac{1}{(K_{C1})^2} = \frac{1}{(0.5)^2} = \frac{1}{0.25} = 4$$

4) نجد حاصل التفاعل Q لمعرفة اتجاه التفاعل :

$$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightleftharpoons 2HCl_{(g)}$$
$$0.2\ M \quad 0.2\ M \quad 0.2\ M$$
$$Q = \frac{[HBr]^2}{[H_2][Br_2]} = \frac{(0.2)^2}{(0.2)^2} = 1$$

بما ان $K_C > Q$ ، لذا فالتفاعل يسير بالاتجاه الامامي .



5) كتابة الجدول:

M	$H_{2(g)}$ +	$Cl_{2(g)}$ ⇌	$2HCl_{(g)}$
التراكيز الابتدائية	0.2	0.2	0.2
التغير في التراكيز	$-x$	$-x$	$+2x$
التراكيز عند الاتزان	$0.2-x$	$0.2-x$	$0.2+2x$

6) نجد قيمة x من K_C :

$$K_C = \frac{[H_2][Br_2]}{[HBr]^2} \Rightarrow 4 = \frac{(0.2+2x)^2}{(0.2-x)^2} \quad \surd$$

$$2 = \frac{(0.2+2x)}{(0.2-x)} \Rightarrow 0.2+2x = 0.4-2x$$

$$4x = 0.2 \Rightarrow x = 0.05 mol/L$$

7) نجد التراكيز المولارية عند الاتزان:

$$[H_2] = [Cl_2] = 0.2 - x = 0.20 - 0.05 = 0.15 mol/L$$

$$[HCl] = 0.2 + 2x = 0.2 + 2(0.05) = 0.3 mol/L$$

وتساوي عدد المولات لان الحجم لتر واحد .

س/5) التفاعل الغازي الاتي: $H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$ في وعاء حجمه $2L$ سخن $0.4mol$ من كل من الغازات H_2 و I_2 و HI وبدرجة حرارة معينة وصل التفاعل الى حالة الاتزان ، احسب عدد مولات الخليط عند الاتزان اذا علمت ان K_C للتفاعل: $2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$ يساوي 0.25 **(3 د/ 2016)**

ج/

1) نجد M من عدد المولات والحجم :

$$M = \frac{n(mol)}{v(L)} = \frac{0.4mol}{2L} = 0.2 \frac{mol}{L}$$ (لكل من HI و H_2 و I_2)

2) نجد K_{C2} من K_{C1} :

$$2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)} \qquad K_{C1} = 0.25$$

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)} \qquad K_{C2} = ?$$

بما ان التفاعل الثاني معكوس التفاعل الاول لذلك فان :

$$K_{C2} = \frac{1}{K_{C1}} = \frac{1}{0.25} = 4$$

3) نجد حاصل التفاعل Q لمعرفة اتجاه التفاعل :

$$H_{2(g)} + I_{2(g)} \rightleftharpoons 2HI_{(g)}$$

0.2 M   0.2 M   0.2 M

$$Q = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]} = \frac{(0.2)^2}{(0.2)^2} = 1$$

بما ان $K_C > Q$ ، لذا فالتفاعل يسير بالاتجاه الامامي .

4) كتابة الجدول:

M	$H_{2(g)}$ +	$I_{2(g)}$ ⇌	$2HI_{(g)}$
التراكيز الابتدائية	0.2	0.2	0.2
التغير في التراكيز	$-x$	$-x$	$+2x$
التراكيز عند الاتزان	$0.2-x$	$0.2-x$	$0.2+2x$

5) نجد قيمة x من K_C :

$$K_C = \frac{[H_2][I_2]}{[HI]^2} \Rightarrow 4 = \frac{(0.2+2x)^2}{(0.2-x)^2} \quad \surd$$

$$2 = \frac{(0.2+2x)}{(0.2-x)} \Rightarrow 0.2+2x = 0.4-2x$$

$$4x = 0.2 \Rightarrow x = 0.05 mol/L$$

6) نجد التراكيز المولارية عند الاتزان:

$$[H_2] = [I_2] = 0.2 - x = 0.20 - 0.05 = 0.15 mol/L$$

$$[HI] = 0.2 + 2x = 0.3$$

7) نجد عدد المولات لمزيج المواد عند الاتزان :

$$M = \frac{n(mol)}{V(L)} \Rightarrow n(mol) = M \times V(L)$$

$$nH_2 = nI_2 = 0.15 mol/L \times 2L = 0.3 mol$$
$$nHBr = 0.3 mol/L \times 2L = 0.6 mol$$

س/6) للتفاعل الاتي : $H_{2(g)} + Br_{2(g)} \rightleftharpoons 2HBr_{(g)}$ وضع في اناء حجمه لتر واحد $0.2mol$ من كل من H_2 و Br_2 وكمية HBr وبدرجة حرارة $25C^o$ وصل التفاعل الى حالة الاتزان حيث ان عدد مولات HBr انخفضت بمقدار $0.2mol$ ، احسب عدد مولات HBr التي وضعت في الاناء علما ان K_p يساوي 0.25 . (2015 د/ 1 – خ ق)

ج/

يحل السؤال بالخطوات الاتية:

1) نجد M من عدد المولات والحجم : $M = n = 0.2 \frac{mol}{L}$ لان الحجم واحد لتر

2) نجد K_C من K_P :

بما ان $\Delta n_g = 0$ لذلك فأن : $K_C = K_P = 0.25$ (وهو يعتبر K_{C1})

3) الفرضية:

نفرض عدد مولات HBr الابتدائية تساوي y ، وبما مولات HBr انخفضت عند الاتزان فهذا يدل ان اتجاه التفاعل هو الخلفي

4) كتابة الجدول:

M	$H_{2(g)}$ +	$Br_{2(g)}$ $\rightleftharpoons$	$2HBr_{(g)}$
التراكيز الابتدائية	0.2	0.2	y
التغير في التراكيز	$+x$	$+x$	$-2x$
التراكيز عند الاتزان	$0.2 + x$	$0.2 + x$	$y - 2x$

5) نجد قيمة x من التغير في مولات HBr :

$$2x = 0.2 \Rightarrow x = 0.1$$
$$[H_2] = [Br_2] = 0.2 + x = 0.2 - 0.1 = 0.3 mol/L$$
$$[HI] = y - 2x = y - 0.2$$

6) نجد عدد مولات HBr الابتدائية :

$$K_C = \frac{[H_2][Br_2]}{[HBr]^2} \Rightarrow 0.25 = \frac{(y-0.2)^2}{(0.3)^2} \quad \sqrt{}$$

$$0.5 = \frac{(y-0,2)}{(0.3)} \Rightarrow (y - 0.2) = 0.15$$

$$y = 0.17 mol$$

وتساوي عدد المولات لان الحجم لتر واحد .

س/7) للتفاعل الغازي الباعث للحرارة : $2HI_{(g)} \rightleftharpoons H_{2(g)} + I_{2(g)}$ وفي اناء حجمه لتر واحد وضعت مولات متساوية من H_2 و I_2 وضعفها من HI ، فوجد ان حرارة الاناء ارتفعت لحين استتباب حالة الاتزان ووجد ان الاناء يحتوي على $1mol$ من HI و $2mol$ من I_2 و $2mol$ من H_2 : احسب 1) تراكيز مكونات مزيج التفاعل قبل بدء التفاعل 2) K_C للتفاعل (2013 د/ 3) (2015 د/ 3) (2018 د/ 1)



1) الفرضية: نفرض ان عدد مولات H_2 و I_2 الابتدائية $= y$
نفرض ان عدد مولات HI الابتدائية $= 2y$

2) تحديد اتجاه التفاعل (بثلاث طرق) :

الطريقة الاولى: بما ان التفاعل باعث للحرارة وان حرارة الاناء ارتفعت فهذا دليل على ان التفاعل امامي .

الطريقة الثانية: من حاصل التفاعل بعد ايجاد ثابت الاتزان من التراكيز عند الاتزان:

$$K_C = \frac{[H_2][I_2]}{[HI]^2} = \frac{(2)(2)}{1^2} = 4$$

$$Q = \frac{[H_2][I_2]}{[HI]^2} = \frac{y^2}{(2y)^2} = \frac{1}{4} = 0.25$$

بما ان K_C اكبر من Q (او الحاصل اقل من الثابت) فهذا يدل ان التفاعل امامي .

الطريقة الثالثة: استنتاجية ، وهي اذا كانت التراكيز الابتدائية لـ HI $(2y)$ ضعف تراكيز H_2 و I_2 (y) ولكن عند الاتزان صار العكس اي تراكيز H_2 و I_2 $(2mol)$ هي ضعف لـ HI $(1mol)$ فهذا يدل ان ان التفاعل امامي اي نحو تكوين H_2 و I_2 .

3) كتابة الجدول: لنجد منه التراكيز الابتدائية (y) :

M	$2HI_{(g)}$	$\rightleftharpoons H_{2(g)}$	$+ I_{2(g)}$
التراكيز الابتدائية	$2y$	y	y
التغير في التراكيز	$-2x$	$+x$	$+x$
التراكيز عند الاتزان	$2y-2x$	$y+x$	$y+x$
التراكيز عند الاتزان من السؤال	1	2	2

4) نجد التراكيز المولاريةعند الاتزان :

بما ان $y + x = 2$
لذلك فأن $x = 2 - y$ .... (1)
$2y - 2x = 1$ .... (2)

نعوض معادلة (1) في معادلة (2) اي (قيمة x في y) فينتج: (او حل المعادلات حلاً انياً)

$$2y - 2(2 - y) = 1$$
$$2y - 4 + 2y = 1 \quad \Rightarrow \quad 4y = 5$$

ومنه ينتج: $y = 1.25\ mol/L$

$[H_2] = [I_2] = y = 1.25\ mol/L$ او عدد المولات الابتدائية
$[HI] = 2y = 2.5\ mol/L$

س/8) في التفاعل الافتراضي الغازي $2A + B \rightleftharpoons 3C$ وفي اناء حجمه لتر واحد وضع $3mol$ من B مع مولات مختلفة من A و C وعند وصول التفاعل حالة الاتزان وجد ان اناء التفاعل يحتوي على $6mol$ من C و كذلك $6mol$ من A . ما عدد مولات كل من A و C قبل بدء التفاعل علماً بأن K_C للتفاعل $= 1.5$ (2016 د/ 2 – موصل) (2017 د/ 2 – خ ق) (2018 د/ 2 – خ ق)

ج/

1) الفرضية: نفرض ان عدد مولات المادة A قبل التفاعل (الابتدائية) $= y$
نفرض ان عدد مولات المادة C قبل التفاعل (الابتدائية) $= z$

2) نجد عدد مولات المادة B عند الاتزان من ثابت الاتزان:

$$K_C = \frac{[C]^3}{[A]^2[B]} \Rightarrow 1.5 = \frac{(6)^3}{(6)^2[B]} \Rightarrow [B] = 4mol = 4\text{ M}$$

بما ان عدد مولات المادة B زادت وهي مادة متفاعلة فهذا يدل على ان التفاعل يسير بالاتجاه الخلفي .

3) نعمل جدول لنجد منه مولات A و C الابتدائية :

التراكيز /M	$2A$	$+ B$	$\rightleftharpoons 3C$
التراكيز الابتدائية	y	3	z
التغير في التراكيز	$+2x$	$+x$	$-3x$
التراكيز عند الاتزان	$y+2x$ 6	$3+x$ 4	$z-3x$ 6

نجد قيمة x اولاً:

$3 + x = 4$

$x = 1mol$

ثم نجد قيمة z

$z - 3x = 6$

$z - 3(1) = 6$

$z = 9$

ثم نجد قيمة y

$y + 2x = 6$

$y + 2(1) = 6$

$y = 4$

س/9) في التفاعل الافتراضي الغازي $2A + B \rightleftharpoons 3C$ وفي اناء حجمه لتر واحد وضع $4mol$ من A مع $8mol$ من C مع كمية من B وعند وصول التفاعل حالة الاتزان وجد ان اناء التفاعل يحتوي على $4mol$ من B احسب K_C اذا علمت ان حاصل التفاعل يساوي 16 . (2016 د 1 – خ ق) (2019 د 2)

ج/

1) نجد عدد مولات المادة B الابتدائية من الحاصل:

$$Q = \frac{[C]^3}{[A]^2[B]} \Rightarrow 16 = \frac{(8)^3}{(4)^2[B]} \Rightarrow [B] = 2mol$$

بما ان عدد مولات المادة B زادت وهي مادة متفاعلة فهذا يدل على ان التفاعل يسير بالاتجاه الخلفي .

2) نعمل جدول لنجد منه مولات A و C الابتدائية :

التراكيز /M	$2A$	$+ B$	$\rightleftharpoons 3C$
التراكيز الابتدائية	4	2	8
التغير في التراكيز	$+2x$	$+x$	$-3x$
التراكيز عند الاتزان	$4+2x$	$2+x$ 4	$8-3x$

نجد قيمة x اولاً:

$2 + x = 4 \Rightarrow x = 2mol$

$[A] = 4 + 2x = 4 + 2(2) = 8mol/L$

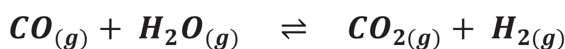
$[C] = 8 - 3x = 0.3 = 8 - 6 = 2$

$$K_C = \frac{[C]^3}{[A]^2[B]} = \frac{(2)^3}{(8)^2(4)} = 0.03$$

س/10) في وعاء مغلق حجمه لتر واحد يتفاعل غاز CO مع بخار الماء وتكون غاز CO_2 و H_2 بدرجة حرارة $700K$. ما تراكيز خليط الغازات عند وصولها الى حالة الاتزان اذا تم وضع مول واحد من كل من المتفاعلات والنواتج علماً إن ثابت الاتزان K_C لهذا التفاعل يساوي 5.29 . ($\sqrt{5.29} = 2.3$). (ت / 2018) (2018 د 2)

ج/

1) كتابة المعادلة الكيميائية:



$$CO_{(g)} + H_2O_{(g)} \rightleftharpoons CO_{2(g)} + H_{2(g)}$$



2) نجد حاصل التفاعل Q ويقارن مع K_C لمعرفة اتجاه التفاعل :

(M=n(mol))

$$Q = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} = \frac{1\times1}{1\times1} = 1$$

بما ان $K_C > Q$ $(5.29 > 1)$ لذلك فأن اتجاه التفاعل هو بالاتجاه الامامي .

3) نعمل جدولاً لنجد قيمة x من K_C:

M	$CO_{(g)}$ +	$H_2O_{(g)}$ ⇌	$CO_{2(g)}$ +	$H_{2(g)}$
التراكيز الابتدائية	1	1	1	1
التغير في التراكيز	$-x$	$-x$	$+x$	$+x$
التراكيز عند الاتزان	$1-x$	$1-x$	$1+x$	$1+x$

$$K_C = \frac{[CO_2][H_2]}{[CO][H_2O]} \Rightarrow 5.29 = \frac{(1+x)^2}{(1-x)^2} \quad \surd \Rightarrow 2.3 = \frac{1+x}{1-x}$$

$$1+x = 2.3 - 2.3x \Rightarrow 3.3x = 1.3 \Rightarrow x = \frac{1.3}{3.3} = 0.394\ mol/L$$

4) نجد التراكيز عند الاتزان :

$$[CO] = [H_2O] = 1 - x = 1 - 0.394 = 0.606\ mol/L$$
$$[CO_2] = [H_2] = 1 + x = 1 + 0.394 = 1.394\ mol/L$$

س11/ اذا علمت ان K_{eq} للتفاعل التالي يساوي $K_{eq} = 1.7 \times 10^{18}$ عند درجة حرارة $25C^o$ و ضغط $1atm$



$CCl_{4(l)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons HCl_{(l)} + CHCl_{3(g)}$ احسب ΔG^o عند الظروف نفسها .

(معلومة : $Log1.7 = 0.23$) (2017 د1 – موصل)

ج/

1) نحول درجة الحرارة من وحدة C^o الى K : $T(K) = t(C^o) + 273 = 25(C^o) + 273 = 298K$

2) نجد ΔG_r^o من K_{eq} :

$$\Delta G_r^o = -RTLnK_{eq}$$
$$\Delta G_r^o = -8.314 \times 298 \times Ln1.7 \times 10^{18}$$
$$\Delta G_r^o = -2477.57 \times 2.3 \times (Log1.7 \times 10^{18})$$
$$\Delta G_r^o = -5698.4\,(Log1.7 \times 10^{18})$$
$$\Delta G_r^o = -5698.4\,(Log1.7 + log10^{18})$$
$$\Delta G_r^o = -5698.4\,(0.23 + 18)$$
$$\Delta G_r^o = -5698.4\,(18.23)$$
$$\Delta G_r^o = -104000\ J/mol$$ تلقائي

وزاريات لوشاتليه

س1/ صف عدد من الاجراءات تؤدي لرفع المنتوج للتفاعل الغازي المتزن: (2015 د1) (2019 د2)



$3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} +$ طاقة

ج/

1) اضافة كمية من المتفاعلات (غاز N_2 و H_2) وسحب غاز NH_3 بأستمرار من مزيج الاتزان .
2) زيادة الضغط لكي يتجه نحو عدد المولات الاقل اي امامي نحو النواتج .
3) تقليل الحجم .
4) تبريد اناء التفاعل لان التفاعل الامامي باعث للحرارة .

س/2) يصل مزيج الغازات C_2H_4 و H_2 و C_2H_6 الموضوعة في وعاء مغلق عند $25C^o$ الى حالة الاتزان كما في التفاعل الاتي: $C_2H_{4(g)} + H_{2(g)} \rightleftharpoons C_2H_{6(g)} + 137KJ/mol$ ، صف عدد من الاجراءات التي تؤدي الى رفع كمية C_2H_6 الناتجة من هذا التفاعل . (2017 /د 1 – موصل) (2017 /د 2 – موصل) (2018 /د 2 – ق خ) (2018 /د 3)

ج/

1) اضافة كمية من المتفاعلات (غاز C_2H_4 و H_2) وسحب غاز C_2H_6 بأستمرار من مزيج الاتزان .
2) زيادة الضغط لكي يتجه نحو عدد المولات الاقل اي امامي نحو النواتج .
3) تقليل الحجم .
4) تبريد اناء التفاعل لان التفاعل الامامي باعث للحرارة .

س/3) التفاعل الغازي المتزن الاتي: $3H_{2(g)} + N_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} + 92KJ$ ، ما تأثير كل من العوامل التالية على حالة الاتزان وثابت الاتزان: 1) تبريد اناء التفاعل 2) اضافة NH_3 3) زيادة الضغط (2014 /د 3)

ج/

	العامل المؤثر	حالة الاتزان	ثابت الاتزان
1	تبريد اناء التفاعل	يتجه بالاتجاه الامامي ، لانه بالتبريد يتجه نحو الباعث اي الامامي	يزداد لانه امامي نحو النواتج
2	اضافة NH_3	يتجه بالاتجاه الخلفي، لتصريف الزيادة في NH_3 المضافة	لايتأثر
3	زيادة الضغط	يتجه بالاتجاه الامامي ، نحو عدد المولات الاقل	لايتأثر

س/4) للتفاعل المتزن الاتي: $2SO_{3(g)} \rightleftharpoons 2SO_{2(g)} + O_{2(g)}$ وجد ان خليط الاتزان بدرجة حرارة $25C^o$ يحتوي على: $[SO_3] = 0.002mol/L$ و $[SO_2] = 0.08mol/L$ و $[O_2] = 0.01mol/L$ وعند تبريد التفاعل الى $10C^o$ وجد K_C للتفاعل يساوي 4 بين هل التفاعل باعث ام ماص للحرارة . (2016 /د 1 – بتغير التراكيز) (2014 /د 2 – خاص)

ج/

1) نجد K_C بدرجة $25C^o$ لان التراكيز عند الاتزان معلومة ثم يقارن مع K_C بدرجة $10C^o$.

$$K_C = \frac{[SO_2]^2[O_2]}{[SO_3]^2} = \frac{(0.08)^2(0.01)}{(0.002)^2} = 16$$

2) نقارن الثابتين بالدرجتين الحراريتين ونستنتج هل التفاعل ماص او باعث:

$t(C^o)$	K_C
25	16
10	4

تبريد — قلت قيمة الثابت

بما ان العملية تبريد وحيث ان التبريد يتجه نحو الباعث لكن نلاحظ ان قيمة K_C قلت اي التفاعل يتجه بالاتجاه الخلفي ، اي الخلفي باعث والامامي ماص ، اذن التفاعل ماص للحرارة .

س/5) التفاعل الغازي المتزن الاتي: $PCl_{5(g)} \rightleftharpoons PCl_{3(g)} + Cl_{2(g)}$ انثالبي التفاعل تساوي $92.5\ KJ/mol$ ، ما تأثير كل من العوامل التالية على حالة الاتزان وثابت الاتزان: 1) خفض درجة الحرارة 2) اضافة Cl_2 3) سحب PCl_3 من خليط الاتزان 4) زيادة الضغط 5) اضافة عامل مساعد (2014 /د 3)

ج/



	العامل المؤثر	حالة الاتزان	ثابت الاتزان
1	خفض درجة الحرارة	يتجه بالاتجاه الخلفي ، لانه بالتبريد يتجه نحو الباعث فالامامي ماص (ΔH موجبة) والخلفي يكون باعث	يقل لانه خلفي نحو المتفاعلات
2	اضافة زيادة من Cl_2 الى خليط الاتزان	يتجه بالاتجاه الخلفي، للتخلص او لتصريف الزيادة في Cl_2المضافة	لايتأثر
3	سحب PCl_3 من خليط الاتزان	يتجه بالاتجاه الامامي ، نحو المادة المسحوبة	لايتأثر
4	زيادة الضغط على خليط الاتزان	يتجه بالاتجاه الخلفي ، نحو عدد المولات الاقل	لايتأثر
5	اضافة عامل مساعد	لاتتأثر	لايتأثر

س/6) للتفاعل المتزن : $3O_{2(g)} \rightleftharpoons 2O_{3(g)} \quad \Delta H = 428KJ/mol$

(1 د/ 2014) (2 د/ 2017 – ق خ)

ما تاثير كل من العوامل الاتية على حالة الاتزان وثابت الاتزان ؟

1) زيادة الضغط على التفاعل وذلك بانقاص حجم الاناء 2) اضافة مزيد من O_2 الى النظام 3) خفض درجة الحرارة

ت	العامل المؤثر	حالة الاتزان	ثابت الاتزان K_{eq}
1	زيادة الضغط	ينحرف التفاعل بالاتجاه الامامي/اي نحو عدد المولات الاقل	لايتأثر
2	اضافة O_2	بالاتجاه الامامي/ للتخلص من الزيادة المضافة	لايتأثر
3	خفض درجة الحرارة	بالاتجاه الخلفي/ لان بالتبريد يتجه نحو الباعث لتعويض الحرارة التي برد اليها التفاعل	يقل لان بالتفاعل الخلفي تقل النواتج وتزداد المتفاعلات
4	اضافة عامل مساعد	لاتتأثر	لايتأثر

س/7) للتفاعل المتزن الغازي الباعث للحرارة $2NO_{2(g)} \rightleftharpoons N_2O_{4(g)}$ كيف تتغير حالة الاتزان ولماذا ؟

(1 د/ 2019) (2 د/ 2014)

1) عند زيادة الضغط المسلط على التفاعل المتزن .
2) رفع درجة حرارة اناء التفاعل .
3) سحب غاز N_2O_4 المتكون عند الاتزان .

ج/

ت	العامل المؤثر	حالة الاتزان
1	زيادة الضغط	يتجه التفاعل بالاتجاه الامامي ، لانه بزيادة الضغط يتجه التفاعل نحو عدد المولات الغازية الاقل وفق القاعدة .
2	رفع درجة حرارة اناء التفاعل	يتجه التفاعل بالاتجاه العكسي ، لانه بالتسخين يتجه التفاعل نحو الاتجاه الماص للتخلص من الزيادة في الحرارة حسب القاعدة والخلفي هو الماص (لان الامامي هو الباعث من السؤال)
3	سحب غاز N_2O_4 المتكون عند الاتزان	يتجه التفاعل بالاتجاه الامامي ، لان سحب النواتج يتجه بأتجاه النواتج (امامي) حسب قاعدة لوشاتليه لتعويض نقص الكمية المسحوبة .

س/8) للتفاعل المتزن التي : $2Hg_{(l)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2HgO_{(S)}$

ΔH للتفاعل تساوي $-181KJ$ عند درجة حرارة $298K$ و K_P للتفاعل تساوي 3.2×10^{20} ،

بين هل قيمة K_P عند $500K$ اكبر ام اقل من قيمتها عند $298K$ للتفاعل نفسه .

(3 د/ 2015)



ج/ بما ان التفاعل باعث للحرارة فعند زيادة درجة الحرارة يتجه التفاعل نحو الماص اي بالاتجاه الخلفي للتخلص من الفائض في درجة الحرارة(حسب لوشاتليه) فتقل ضغوط النواتج وتزداد ضغوط المتفاعلات اي تقل قيمة K_P للتفاعل عند درجة $500K$

مجموعة من الفراغات حول لوشاتليه:

1) عندما $\Delta n_g =$ صفر لايكون للضغط المسلط على التفاعل الغازي تأثير في حالة الاتزان . (2017 / د 2 – موصل)

2) اذا كان حاصل التفاعل عند نقطة معينة من التفاعل اصغر من ثابت الاتزان K_C للتفاعل فأن التفاعل يتجه نحو المواد الناتجة . (2018 / د 3)

3) عند تقليل الضغط في خليط متزن($\Delta n_g = -1$) فالتفاعل ينزاح نحو المتفاعلات وثابت الاتزان K_C لايتغير . (2013 / ت) (2014 / د1 – خاص) (2014 / د 1)

4) عند تقليل الضغط في خليط متزن($\Delta n_g = +1$) فالتفاعل ينزاح نحو النواتج وثابت الاتزان K_C لايتغير . (2017 / ت)

5) يترجح التفاعل الخلفي لتفاعل متزن ماص للحرارة عند تبريد اناء التفاعل . (2013 / د 1 – خ ق) (2016 / د 2) (2018 / د 2 – خ ق)

6) يترجح التفاعل الخلفي لتفاعل متزن باعث للحرارة عند تسخين اناء التفاعل . (2013 / د 2)

7) في التفاعلات الماصة للحرارة والتي هي في حالة اتزان ديناميكي تزداد تراكيز المواد الناتجة عند رفع درجة الحرارة . (2018 / د 1)

8) في التفاعل المتزن الاتي: (2018 / ت)

$$SO_2Cl_{2(g)} + \text{طاقة} \rightleftharpoons SO_{2(g)} + Cl_{2(g)}$$

بين هل ترتفع الحرارة ام تنخفض عن اضافة SO_2

ج/ بما ان اضافة SO_2 يتجه بالاتجاه الخلفي (حسب القاعدة اضافة نواتج يتجه نحو المتفاعلات) وحيث ان التفاعل الخلفي باعث للحرارة فيؤدي الى ارتفاع حرارة التفاعل (لان الامامي ماص للحرارة الطاقة مع المتفاعلات) .

الفصل الثالث – الاتزان الايوني

التعاريف

1) الالكتروليتات الضعيفة: (2017 د/ 3 – موصل)

وهي الالكتروليتات التي تكون محاليلها المائية ضعيفة التوصيل للكهربائية لكونها تتأين بشكل جزئي (غير تام) عند ذوبانها في الماء ، ولها تفاعلات انعكاسية ، وتشمل الحوامض الضعيفة والقواعد الضعيفة والاملاح شحيحة الذوبان .

2) درجة التأين: (2017 / ت) (2017 د/ 2 – موصل)

وهي نسبة التركيز المولاري للجزء المتأين من الالكتروليت الضعيف الى التركيز المولاري للالكتروليت الضعيف ، وتحسب من العلاقة : درجة التأين = $\frac{\text{تركيز المتأين عند الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للمادة}}$.

3) الحوامض الضعيفة متعددة البروتون:

وهي الحوامض التي تمتلك اكثر من ذرة هيدروجين قابلة للتاين (اكثر من بروتون حامضي واحد) وتتاين البروتونات على شكل مراحل ويمتاز كل بروتون حامضي واحد له ثابت تفكك خاص به ويكون البروتون الاول اكثر حامضية واكبر قيمة للثابت K_{a1} من البروتون الثاني كما في حامض الاكزاليك $H_2C_2O_4$. (2017 د/ 2) (2017 د/ 2 – خ ق) (2015 د/ 2 – خ ق) (2017 د/ 1 – موصل)

4) التأين الذاتي للماء: (2019 / ت)

هو تفاعل كيميائي ينتقل فيه بروتون من جزى ماء الى جزى ماء اخر لتكوين ايونات الهيدرونيوم H_3O^+ وايونات الهيدروكسيد OH^- وبأعداد متساوية ويسمى ايضاً بالتفكك التلقائي للماء او البرتنة الذاتية للماء وهي المسؤولة عن الصفة الامفوتيرية للماء .

5) الايون المشترك:

هي ظاهرة تقليل تفكك الالكتروليت الضعيف الناتجة عن وجود الكتروليت قوي يحوي احد ايونات الالكتروليت الضعيف في نفس المحلول ويسمى المحلول الناتج بالمحلول البفري . (2013 د/ 3) (2014 د/ 2 – خاص)

6) محلول البفر:

محلول مائي مكون من مزيج لحامض ضعيف مع احد املاحه (القاعدة القرينة للحامض الضعيف) او قاعدة ضعيفة مع احد املاحها (الحامض القرين للقاعدة الضعيفة) ويكون لهذا المزيج القابلية على مقاومة التغير في الاس الهيدروجيني PH عند اضافة كمية صغيرة من حامض قوي او قاعدة قوية اليه (2013 / ت) (2013 د/ 1) (2013 د/ 1 – خ ق) (2019 د/ 2)

التعاليل

1) تزداد درجة تفكك الالكتروليت الضعيف عند التخفيف . (3 د/ 2013) (2016 / ت)

ج/ وذلك لان عملية التخفيف تؤدي الى ازاحة موقع الاتزان من موقعه الاصلي الى موقع جديد لازالة التأثير الخارجي (عملية التخفيف) حسب قاعدة لوشاتليه اي ان عملية التخفيف تؤدي الى نقصان في كمية الجزء غير المتفكك من المذاب (الحامض) وتزيد من كمية الجزء المتفكك منه (الايونات اي H^+) في وحدة الحجم من المحلول ليرجع الى حالة الاتزان مرة اخرى .

2) تكون المحاليل المائية لاملاح الحوامض القوية والقواعد القوية متعادلة .

ج/ بسبب ان الايونات الناتجة من الحوامض القوية والقواعد القوية هي قرائن ضعيفة لا تتفاعل مع الماء فيبقى تركيز H^+ يساوي تركيز OH^- ويساوي 1×10^{-7} M لكل منهما و PH للمحلول يساوي 7 .

(2017 د/ 1 – خ ق) (2013 د/ 2) (2014 د/ 2)

3) عند اضافة املاح مشتقة من قواعد قوية وحوامض ضعيفة في الماء يكون المحلول ذا صفة قاعدية دائماً .

ج/ وذلك لان ذوبان هذا النوع من الاملاح في الماء سوف ينتج قاعدة قرينة قوية (ناتجة من الحامض الضعيف) والتي تتفاعل مع الماء (تكتسب H^+ من الماء) فيقل تركيز H^+ ويزداد تركيز OH^- فيصبح المحلول قاعدياً .

(2013 د/ 1) (2014 / ت) (2015 د/ 1) (2019 د/ 1)

4) تكون المحاليل المائية لاملاح القواعد الضعيفة والحوامض القوية ذات صفات حامضية . (2014 د/ 1)

ج/ وذلك لان ذوبان هذا النوع من الاملاح في الماء سوف ينتج حامض قرين قوي (ناتج من القواعد الضعيفة) والذي يتفاعل مع الماء (تكتسب OH^- من الماء) فيقل تركيز OH^- ويزداد تركيز H^+ فيصبح المحلول حامضياً (2014 د/ 1 – خاص)

5) تزداد درجة تفكك حامض النتروز HNO_2 عند اضافة الماء اليه وتقل عند اضافة نتريت الصوديوم $NaNO_2$؟

ج/ عند اضافة الماء تقل جزيئات المذاب من الايونات في المحلول ولتعويض النقص يتفكك الحامض اي بالاتجاه الامامي حسب قاعدة لوشاتليه ، امـــــا عند اضافـة ملحه فيتكون ايون مشترك اي زيادة في ايون النتريت NO_2^- لذلك فان التفاعل يتجه بالاتجاه الذي يقلل من ايون النتريت اي بالاتجاه الخلفي فيتكون الحامض فتقل درجة التفكك للحامض حسب قاعدة لوشاتليه ايضاً . (2015 / ت) (2016 / ت)

6) يزداد تفكك HCN عند اضافة الماء اليه ويقل عند اضافة $NaCN$. (2016 د/ 3)

ج/ عند اضافة الماء تقل جزيئات المذاب من الايونات في المحلول ولتعويض النقص يتفكك الحامض اي بالاتجاه الامامي حسب قاعدة لوشاتليه ، امـــــا عند اضافـة ملحه فيتكون ايون مشترك اي زيادة في ايون السيانيد CN^- لذلك فان التفاعل يتجه بالاتجاه الخلفي فيتكون الحامض فتقل درجة التفكك للحامض حسب القاعدة .

7) يقل تفكك عند اضافة HF عند اضافة كمية من محلول NaF . (2018 د/ 2 – خ ق) (2018 د/ 3)

ج/ لانه عند اضافــة الملح NaF يتكون الايون المشترك اي زيادة في ايون الفلوريد F^- لذلك فان التفاعل يتجه بالاتجاه الخلفي فيتكون الحامض فتقل درجة التفكك للحامض حسب قاعدة لوشاتليه .

8) المواد الالكتروليتية لها القابلية على توصيل التيار الكهربائي في محاليلها المائية او منصهراتها .

ج/ بسبب قابلية محاليلها المائية او منصهرها (كالاملاح) القابلية على توصيل التيار الكهربائي أي انها تتفكك لتعطي ايونات موجبة وسالبة . (2016 د/ 3) (2017 / ت)

اسئلة متفرقـــة

س/1) ما هي مميزات المواد الالكتروليتية عددها ؟ (ت / 2014)

ج/
1) لها القابلية على توصيل التيار الكهربائي في محاليلها المائية او منصهراتها .
2) محاليلها متعادلة كهربائياً ، لان محصلة الشحنة الكهربائية لمحاليلها تساوي صفر .
3) عند ذوبانها في الماء (مذيب مستقطب) فان محاليلها تعطي ايونات سالبة وايونات موجبة .
4) تعتمد قابلية المحلول الالكتروليتي للتوصيل الكهربائي على: طبيعة الايونات وتركيز الايونات ودرجة حرارة المحلول .

س/2) تعتمد قابلية المحلول الالكتروليتي للتوصيل الكهربائي على .... و .... و............. .

ج/ طبيعة الايونات و تركيز الايونات و درجة حرارة المحلول . (1 د/ 2014) (2 د/ 2018)

س/3) اكتب معادلات تأين حامض الكبريتوز H_2SO_3 ، اي خطوة لها ثابت تأين اكبر ؟ ولماذا ؟ (3 د/ 2016)

ج/



$$H_2SO_{3(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + HSO^-_{3(aq)}$$



$$HSO^-_{3(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + SO^{-2}_{3(aq)}$$

نلاحظ ان $K_{a1} > K_{a2}$ وذلك بسبب نقصان قابلية الاصناف التي تحمل شحنة سالبة على فقدان بروتون موجب الشحنة بسبب ازدياد التجاذب الالكتروستاتيكي بين ايونات ذرات الشحنات المختلفة .

س/4) اكتب معادلات تأين حامض الكبريتوز حامض الفسفوريك H_3PO_4 . (2 د/ 2018 – خ ق)

ج/



$$H_3PO_{4(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + H_2PO^-_{4(aq)}$$



$$H_2PO^-_{4(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + HPO^{2-}_{4(aq)}$$



$$HPO^{2-}_{4(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + PO^{3-}_{4(aq)}$$

س/5) ما تأثير درجة الحرارة على الذوبانية ؟ (1 د/ 2014) (1 د/ 2016)

ج/ بصورة عامة تزداد ذوبانية معظم المواد شحيحة الذوبان بزيادة درجة الحرارة ولكن يختلف مقدار هذه الزيادة من مادة الى اخرى .

س/6) وضح تأثير الايون المشترك على الذوبانية ؟ (2 د/ 2015) (1 د/ 2018 – خ ق)

ج/ يستفاد منه في التحكم بعملية ذوبان الرواسب للاملاح الشحيحة . لان وجود الايون المشترك في محلول الملح الشحيح الذوبان يرجح التفاعل العكسي (نحو الترسيب) اي يقلل الذوبانية .

س/7) يكون المحلول المائي لملح $NaCl$ متعادلاً وذلك لانه مشتق من .... (1 د/ 2016)

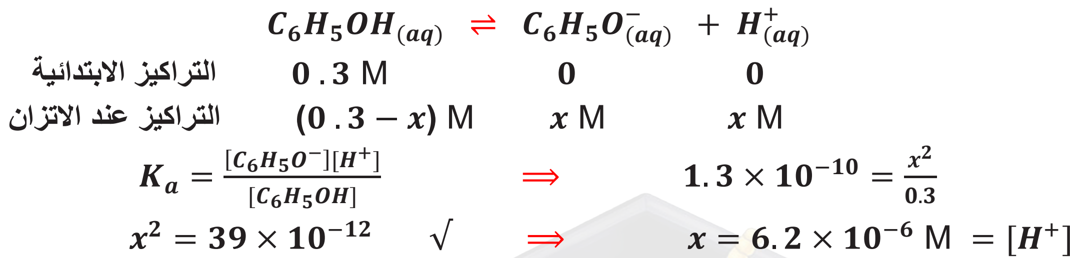
ج/ حامض قوي وقاعدة قوية .

ذائبيات الحوامض والقواعد

س/1) احسب تركيز ايون الهيدروجين المائي في المحلول المائي للفينول C_6H_5OH $(K_a = 1.3 \times 10^{-10})$ الذي تركيزه (أ) 0.3 M (ب) بعد تخفيفه لمئة مرة . (1 د/ 2017)

ج/

أ) لمحلول تركيزه 0.2 M :



$$C_6H_5OH_{(aq)} \rightleftharpoons C_6H_5O^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$

	C_6H_5OH	$C_6H_5O^-$	H^+
التراكيز الابتدائية	0.3 M	0	0
التراكيز عند الاتزان	$(0.3 - x)$ M	x M	x M

$$K_a = \frac{[C_6H_5O^-][H^+]}{[C_6H_5OH]} \Rightarrow 1.3 \times 10^{-10} = \frac{x^2}{0.3}$$

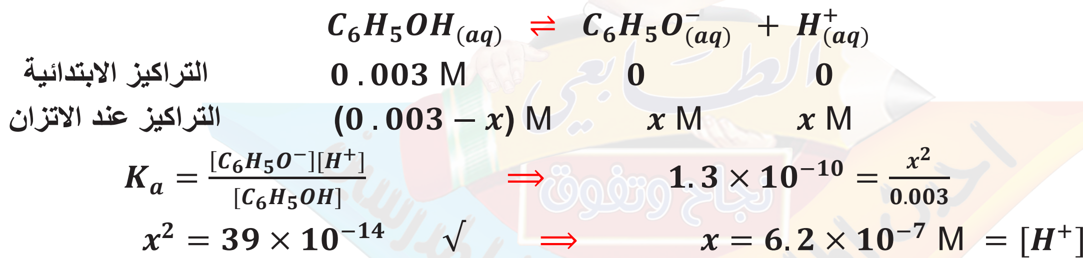
$$x^2 = 39 \times 10^{-12} \quad \surd \quad \Rightarrow x = 6.2 \times 10^{-6}\ \text{M} = [H^+]$$

ب) بعد تخفيفه لمئة مرة:

نجد تركيز الحامض بعد التخفيف من القانون الاتي :

$$\text{عدد مرات التخفيف} = \frac{M_1\ \text{تركيز الحامض قبل التخفيف}}{M_2\ \text{تركيز الحامض بعد التخفيف}}$$

$$\frac{0.3}{M_2} = 100 \Rightarrow M_2 = \frac{0.3}{100} = 0.003\ \text{M}$$



$$C_6H_5OH_{(aq)} \rightleftharpoons C_6H_5O^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$

	C_6H_5OH	$C_6H_5O^-$	H^+
التراكيز الابتدائية	0.003 M	0	0
التراكيز عند الاتزان	$(0.003 - x)$ M	x M	x M

$$K_a = \frac{[C_6H_5O^-][H^+]}{[C_6H_5OH]} \Rightarrow 1.3 \times 10^{-10} = \frac{x^2}{0.003}$$

$$x^2 = 39 \times 10^{-14} \quad \surd \quad \Rightarrow x = 6.2 \times 10^{-7}\ \text{M} = [H^+]$$

س/2) اذا علمت ان النسبة المئوية للتفكك 0.1 M حامض الهيدروسيانيك HCN تساوي 0.01 % ، كم هو ثابت تاين هذا الحامض ؟ (ت / 2014) (2 د/ 2013 – مؤجلين)

ج/

1) نجد تركيز ايون الهيدروجين $[H^+]$ من النسبة المئوية للتأين % :

$$\%\ \text{التأين} = \frac{\text{تركيز ايون } H^+ \text{ عند الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للحامض}} \times 100$$

$$\%\ 0.01 = \frac{[H^+]}{0.1} \times 100 \Rightarrow [H^+] = 1 \times 10^{-5}\ \text{M}$$

2) نجد K_a من $[H^+]$ و مولارية الحامض :

$$HCN_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)}$$

$$K_a = \frac{[H^+][CN^-]}{[HCN]} = \frac{(1 \times 10^{-5})^2}{0.1} = 1 \times 10^{-9}$$

س/3) يتأين حامض الخليك في محلوله المائي ذو تركيز 0.1 M بمقدار 1 % ، احسب ثابت تاين الحامض ؟

(2 د/ 2019)

ج/

1) نجد تركيز ايون الهيدروجين $[H^+]$ من النسبة المئوية للتأين % :

$$\text{\% التأين} = \frac{\text{تركيز ايون } H^+ \text{ عند الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للحامض}} \times 100$$

$$\%\ 1 = \frac{[H^+]}{0.1} \times 100 \quad \Rightarrow \quad [H^+] = 1 \times 10^{-3}\ \text{M}$$

2) نجد K_a من $[H^+]$ و مولارية الحامض :



$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} = \frac{(1\times 10^{-3})^2}{0.1} = 1 \times 10^{-5}$$

س/4) لتر من محلول الامونيا بتركيز 0.05 M النسبة المئوية لتفككه 2% ، احسب K_b ودرجة التأين .

(2 د/ 2016 – خ ق)

ج/

1) نجد تركيز ايون الهيدروكسيد $[OH^-]$ من النسبة المئوية للتأين % :

$$\text{\% التأين} = \frac{\text{تركيز ايون } OH^- \text{ عند الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للقاعدة}} \times 100$$

$$\%\ 2 = \frac{[OH^-]}{0.05} \times 100 \quad \Rightarrow \quad [OH^-] = 1 \times 10^{-3}\ \text{M} = x$$

2) نجد K_b من $[OH^-]$ و مولارية القاعدة :



$$NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH^+_{4(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} = \frac{(1\times 10^{-3})^2}{0.05} = 2 \times 10^{-5}$$

س/5) ان كتلة هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ اللازمة لتحضير $500ml$ من محلول تركيزه (0.2 M) هي ....

علماً ان الكتلة المولية لـ $NaOH$ هي $(M = 40g/mol)$.

(2 د/ 2014 – خاص)

ج/

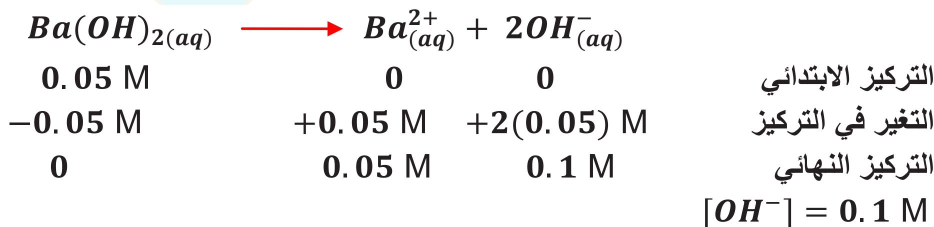
$$m(g) = \text{M}\ (mol/l) \times M(g/mol) \times V(L)$$

$$= 0.2mol/L \times 40g/mol \times 500ml \times \frac{1L}{1000ml} = 4g$$

س/6) محلول هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$ بتركيز 0.05 M فأن PH للمحلول = ______. ج/ 13 M

(2 د/ 2016) (1 د/ 2014 – خاص) (ت / 2013)

ج/



	$Ba(OH)_{2(aq)} \longrightarrow$	$Ba^{2+}_{(aq)}$	$+\ 2OH^-_{(aq)}$
التركيز الابتدائي	0.05 M	0	0
التغير في التركيز	−0.05 M	+0.05 M	+2(0.05) M
التركيز النهائي	0	0.05 M	0.1 M

1) $[OH^-]$: $[OH^-] = 0.1$ M

2) POH : $POH = -log[OH^-] = -log10^{-1} = 1$

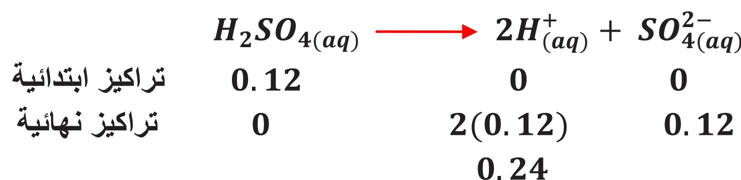
3) PH :

$$PH + POH = 14$$

$$PH + 1 = 14 \quad \Rightarrow \quad PH = 14 - 1 = 13$$

س/7) لتر من محلول H_2SO_4 بتركيز 0.12 M فأن $[H^+] =$ …………… . ج/ 0.24 M (2017 د 1)

ج/



	$H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow$	$2H^+_{(aq)}$	$+ SO^{2-}_{4(aq)}$
تراكيز ابتدائية	0.12	0	0
تراكيز نهائية	0	2(0.12)	0.12
		0.24	



س/8) كم هي كتلة هيدروكسيد البوتاسيوم $(M = 56g/mol)$ اللازم اضافتها الى $200ml$ من الماء لتصبح قيمة PH المحلول الناتج تساوي 11 ؟ (2015 د 1 – خاص)

ج/

1) نجد POH من PH :

$$PH + POH = 14 \quad \Rightarrow \quad POH = 14 - 11 = 3$$

2) نجد $[OH^-]$:

$$[OH^-] = 10^{-POH} = 10^{-3}\ M$$

3) KOH قاعدة قوية ولها تفكك تام :

$$KOH_{(aq)} \longrightarrow K^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

$$[KOH] = [OH^-] = 10^{-3}\ M$$

4) نجد كتلة القاعدة :

$$m(g) = M\ (mol/l) \times M(g/mol) \times V(L)$$

$$= 10^{-3} mol/L \times 56g/mol \times 200ml \times \frac{1L}{1000ml} = 0.0112g$$



س/9) جد مقدار التغير في قيمة PH للماء عند اضافة الى لتر منه $1ml$ من HCl تركيزه 10 M . (2017 د 1)

ج/

1) $PH = 7$ للماء قبل اضافة الحامض وهو PH_1

2) نجد مولارية حامض HCl بعد الاضافة من قانون التخفيف:

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$10\ M \times 1ml \times \frac{1L}{1000ml} = M_2 \times 1L$$

$$M_2 = 0.01 mol/L$$

3) نجد تركيز ايون H^+ :

$HCl_{(aq)} \longrightarrow$	$H^+_{(aq)}$	$+ Cl^-_{(aq)}$
0.01	0	0
0	0.01	0.01

4) نجد PH و ΔPH :

$$PH = -log[H^+] = -log10^{-2} = 2$$

$PH_2 = 2$ وهو PH الماء بعد الاضافة

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1$$

$$\Delta PH = 2 - 7 = -5$$

س/10) جد مقدار التغير في قيمة PH للماء عند اضافة الى لتر منه $1ml$ من $NaOH$ تركيزه 10 M . (ت / 2017)

ج/

1) $PH = 7$ للماء قبل اضافة القاعدة وهو PH_1

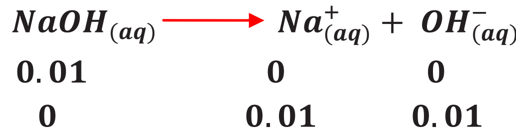
2) نجد مولارية القاعدة $NaOH$ بعد الاضافة من قانون التخفيف:

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$10\ M \times 1ml \times \frac{1L}{1000ml} = M_2 \times 1L$$

$$M_2 = 0.01 mol/L$$

3) نجد تركيز ايون OH^- :



$$NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

$NaOH_{(aq)}$	$Na^+_{(aq)}$	$OH^-_{(aq)}$
0.01	0	0
0	0.01	0.01

4) نجد PH و ΔPH :

$$[H^+] \times [OH^-] = 1 \times 10^{-14}$$

$$[H^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{10^{-2}} = 10^{-12}\ M$$

$$PH = -log[H^+] = -log 10^{-12} = 12$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 12 - 7 = +5$$

مسائل الاملاح

س/1) احسب قيمة PH لنترات الصوديوم $NaNO_3$ بتركيز 0.5 M ؟

ج/ بما ان الملح متعادل لانه ناتج من حامض قوي هو حامض النتريك وقاعدة قوية هي هيدروكسيد الصوديوم لذلك فان محلوله المائي له $PH = 7$. (2017 د 2 – خ ق) (2017 د 3)

س/2) ما قيمة ثابت التحلل المائي لملح كلوريد الامونيوم يساوي .... علماً $K_b(NH_3) = 1.8 \times 10^{-5}$

ج/ $K_h = \frac{K_w}{K_b} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1.8 \times 10^{-5}} = 5.6 \times 10^{-10}$ (2019 د 3)

س/3) ما قيمة ثابت التحلل المائي لمحلول خلات الصوديوم CH_3COONa اذا علمت ان $1L$ منه بتركيز 0.2 M يحتوي على تركيز ايونات H^+ يساوي 1×10^{-9} M ؟ (2016 د 1 – خ ق)

ج/ المحلول ملح قاعدي ، (نجد K_a ثم K_h)

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times K_a}{C}} \Rightarrow 10^{-9} = \sqrt{\frac{10^{-14} \times K_a}{0.2}}$$

(بتربيع الطرفين) $10^{-18} = \sqrt{\frac{K_w \times K_a}{C}} \Rightarrow 10^{-18} = \frac{10^{-14} \times K_a}{0.2}$

$$K_a = 2 \times 10^{-5}$$

$$K_h = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-5}} = 5 \times 10^{-10}$$

س4/ PH لملح يساوي (5) وتركيزه 0.1 M فان $K_{(b)}$ له يساوي $\underline{10^{-5}}$.

(ت / 2018)

ج/

بما ان PH للملح اقل من 7 لذلك فالملح حامضي:
$$[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-5}\text{ M}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times C}{K_b}} \Rightarrow 10^{-5} = \sqrt{\frac{10^{-14} \times 0.1}{K_b}}$$

$$10^{-5} = \sqrt{\frac{10^{-15}}{K_b}} \Rightarrow 10^{-10} = \frac{10^{-15}}{K_b} \Rightarrow K_b = 10^{-5}$$

س5/ احسب قيمة POH لمحلول نترات الامونيوم $(PK_b = 4.74)$ بتركيز 0.5 M ، وهل المحلول حامضي ام قاعدي
$(log5 = 0.7)$

(2 د/ 2019) (ت / 2014)

ج/

1) كتابة المعادلات:


$$NH_4NO_{3(S)} \longrightarrow NH^+_{4(aq)} + NO^-_{3(aq)}$$

$$NH^+_{4(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_{3(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

2) تطبيق قانون PH:

$$PH = \frac{1}{2}[PK_w - PK_b - logc] = \frac{1}{2}[14 - 4.74 - log0.5]$$
$$= \frac{1}{2}[9.26 - log5 \times 10^{-1}] = \frac{1}{2}[9.26 - log5 - log10^{-1}]$$
$$= \frac{1}{2}[9.26 - 0.7 + 1] = \frac{1}{2}(9.56) = 4.78$$

(المحلول حامضي لان $PH < 7$)

3) نجد POH:

$$PH + POH = 14 \Rightarrow POH = 14 - 4.78 = 9.22$$

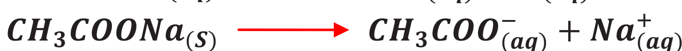
مسائل الايون المشترك

س1/ احسب تركيز ايون H^+ و PH لمحلول مكون من مزيج من 0.1 M حامض الخليك و 0.2 M خلات الصوديوم .
$(log3 = 0.48)$ $K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$

(2 د/ 2014 – خاص)

ج/ المحلول ايون مشترك مكون من حامض ضعيف وملحه :

1) كتابة المعادلات :


$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$

$$CH_3COONa_{(S)} \longrightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$$

2) نجد $[H^+]$:

$$[H^+] = K_a \times \frac{[acid]}{[salt]} = 1.8 \times 10^{-5} \times \frac{0.1}{0.2} = 9 \times 10^{-6}$$

3) نجد PH : (او من قانون الايون المشترك)

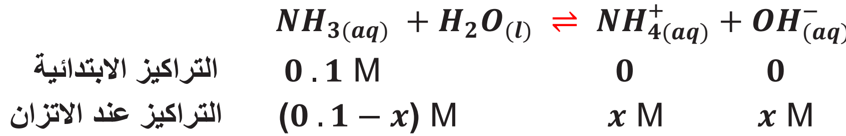
$$PH = -log[H^+] = -log9 \times 10^{-6} = -log9 - log10^{-6}$$
$$PH = -log3^2 - log10^{-6} = -2(0.48) + 6 = -0.96 + 6 = 5.04$$

س2/ ما هو التأثير الناتج من اضافة $26.75\ g$ $(0.5\ mol)$ من ملح كلوريد الامونيوم الى لتر واحد من محلول الامونيا بتركيز 0.1 M على درجة تفكك القاعدة ؟ اذا علمت ان ثابت تفكك القاعدة الضعيفة $K_b(NH_3) = 1.8 \times 10^{-5}$

(1 د/ 2013)

ج/

1) نحسب درجة تفكك القاعدة الضعيفة (الامونيا) قبل اضافة الملح:



	$NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$	$\rightleftharpoons NH^+_{4(aq)}$	$+ OH^-_{(aq)}$
التراكيز الابتدائية	0.1 M	0	0
التراكيز عند الاتزان	$(0.1 - x)$ M	x M	x M

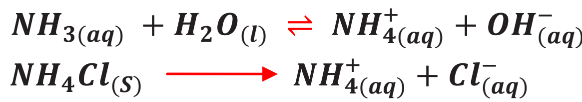
$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} \Rightarrow 1.8 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0.1}$$

$$x^2 = 1.8 \times 10^{-6} \quad \sqrt{} \quad \Rightarrow \quad x = 1.3 \times 10^{-3}\ \text{M} = [OH^-]$$

$$\text{درجة التأين} = \frac{\text{تركيز ايون } OH^- \text{ عند الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للقاعدة}} = \frac{1.3 \times 10^{-3}}{0.1} = 0.013$$

2) نحسب درجة التفكك للامونيا بعد اضافة الملح (ايون مشترك):

$$NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH^+_{4(aq)} + OH^-_{(aq)}$$



$$NH_4Cl_{(S)} \longrightarrow NH^+_{4(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$[OH^-] = K_b \times \frac{[base]}{[salt]}$$

$$[OH^-] = 1.8 \times 10^{-5} \times \frac{0.1}{0.5} = 3.6 \times 10^{-6}$$

$$\text{درجة التأين} = \frac{\text{تركيز ايون } OH^- \text{ عند الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للقاعدة}} = \frac{3.6 \times 10^{-6}}{0.1} = 3.6 \times 10^{-5}$$

$$\text{عدد مرات الانخفاض في درجة التفكك} = \frac{\text{درجة التفكك}1}{\text{درجة التفكك}2} = \frac{0.013}{3.6 \times 10^{-5}} = 361$$

(اي قلت بمقدار 361 بسبب الايون المشترك)

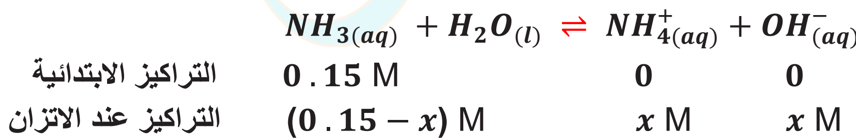
س/3) احسب قيمة الاس الهيدروجيني (PH) لمحلول يحتوي على NH_3 بتركيز 0.15 M و NH_4Cl بتركيز 0.3 M ، وقارن النتيجة مع قيمة PH محلول الامونيا ذي تركيز 0.15 M . علماً ان $(PK_b = 4.74)$ ، $log1.8 = 0.26$ ، $\sqrt{2.7} = 1.6$, $log1.6 = 0.2$ ، $log2 = 0.3$ **(ت / 2014)** **(3 د/ 2015)**

ج/

1) نجد PH لمحلول الامونيا فقط اي قبل اضافة الملح : وهو (PH_1)

$$K_b = 10^{-K_b} = 10^{-4.74} = 10^{-4.74+5-5}$$

$$= 10^{0.26} \times 10^{-5} = 1.8 \times 10^{-5}$$



	$NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$	$\rightleftharpoons NH^+_{4(aq)}$	$+ OH^-_{(aq)}$
التراكيز الابتدائية	0.15 M	0	0
التراكيز عند الاتزان	$(0.15 - x)$ M	x M	x M

$$K_b = \frac{[NH_4^+][OH^-]}{[NH_3]} \Rightarrow 1.8 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0.15}$$

$$x^2 = 2.7 \times 10^{-6} \quad \sqrt{} \quad \Rightarrow \quad x = 1.6 \times 10^{-3}\ \text{M} = [OH^-]$$

$$POH = -log[OH^-] = -log1.6 \times 10^{-3}$$

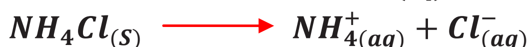
$$= -log1.6 - log10^{-3} = -0.2 + 3 = 2.8$$

$$PH + POH = 14 \Rightarrow PH = 14 - 2.8 = 11.2 = PH_1$$

2) نجد PH لمحلول الامونيا مع كلوريد الامونيوم (ايون مشترك) : وهو (PH_2)



$$NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH^+_{4(aq)} + OH^-_{(aq)}$$



$$NH_4Cl_{(S)} \longrightarrow NH^+_{4(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$POH = PK_b + log\frac{[salt]}{[base]} \Rightarrow POH = 4.74 + log\frac{0.30}{0.15}$$

$$POH = 4.74 + log2 \Rightarrow POH = 4.74 + 0.3 = 5.04$$

$$PH + POH = 14 \Rightarrow PH = 14 - 5.04 = 8.96 = PH_2$$

المناقشة:

نلاحظ ان قيمة PH لمزيج الامونيا وملحها (الايون المشترك) اقل من PH لمحلول الامونيا اي نقصان بالقاعدية بسبب وجود الايون المشترك كما في المعادلات اعلاه الذي يرجح التفاعل العكسي فيقل تركيز ايون OH^- ويزداد تركيز H^+ وتقل قيمة PH .

س/4) ما تركيز حامض الخليك في محلول يحوي اضافة الى الحامض ملح خلات الصوديوم بتركيز 0.3 M اذا علمت ان قيمة PH المحلول كانت تساوي 4.31 . $K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$ $(log0.37 = -0.43)$ **(3 د/ 2015)**

ج/

المحلول ايون مشترك مكون من حامض ضعيف وملحه :

1) كتابة المعادلات :



$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$



$$CH_3COONa_{(S)} \longrightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$$

2) نجد PK_a:

$$PK_a = -logK_a = -log1.8 \times 10^{-5} = -log1.8 - log10^{-5}$$
$$= -0.26 + 5 = 4.74$$

3) نجد تركيز الحامض :

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]}$$

$$4.31 = 4.74 + log\frac{0.3}{[acid]}$$

$$log\frac{0.3}{[acid]} = -0.43$$

$$log\frac{0.3}{[acid]} = log0.37 \Rightarrow \frac{0.3}{[acid]} = 0.37$$

$$[acid] = \frac{0.30}{0.37} = 0.81\ M$$

س/5) ما تركيز حامض الخليك الذي يجب ان يكون في محلول يحتوي على خلات الصوديوم بتركيز M (0.3) لكي يتكون محلول بفر دالته الحامضية (4.21) ؟ علماً ان $K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$

$log1.8 = 0.26$ و $log3 = 0.47$ **(1 د/ 2014 – خاص)**

ج/

المحلول ايون مشترك مكون من حامض ضعيف وملحه :

1) كتابة المعادلات :



$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$



$$CH_3COONa_{(S)} \longrightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$$

2) نجد PK_a:

$$PK_a = -logK_a = -log1.8 \times 10^{-5} = -log1.8 - log10^{-5}$$
$$= -0.26 + 5 = 4.74$$

3) نجد تركيز الحامض :

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]}$$
$$4.21 = 4.74 + log\frac{0.3}{[acid]}$$

الطريقة الاولى:

$$log\frac{0.3}{[acid]} = -0.53$$
$$\frac{0.3}{[acid]} = 10^{-0.53+1-1} = 10^{0.47} \times 10^{-1} = 3 \times 10^{-1}$$
$$\frac{0.3}{[acid]} = 0.3 \quad \Rightarrow \quad [acid] = 1\ \text{M}$$

الطريقة الثانية:

$$log\frac{0.3}{[acid]} = -0.53$$
$$log0.3 - log[acid] = -0.53$$
$$log3 \times 10^{-1} - log[acid] = -0.53$$
$$log3 + log10^{-1} - log[acid] = -0.53$$
$$0.47 - 1 - log[acid] = -0.53$$
$$-0.53 - log[acid] = -0.53$$
$$log[acid] = -0.53 + 0.53$$
$$log[acid] = 0$$
$$log[acid] = log1 \quad \Rightarrow \quad [acid] = 1\ \text{M}$$

س/6) احسب كتلة ملح خلات الصوديوم $(M = 82g/mol)$ اللازم اضافتها الى لتر واحد من محلول 0.125 M ، حامض الخليك للحصول على محلول بفر تكون قيمة PH له تساوي 4.74 .(ملاحظة: افترض ان اضافة الملح لا تؤدي الى تغير الحجم) ، علماً ان ثابت تفكك حامض الخليك 1.8×10^{-5} . $log1.8 = 0.26$ (2 د/ 2014) (2 د/ 2017)

ج/

المحلول ايون مشترك يتكون من حامض ضعيف وملحه:

1) نجد PK_a من K_a :

$$PK_a = -logK_a = -log1.8 \times 10^{-5} = -log1.8 - log10^{-5}$$
$$= -0.26 + 5 = 4.74$$

2) نجد تركيز الملح من قانون الايون المشترك :

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]} \quad \Rightarrow \quad 4.74 = 4.74 + log\frac{[salt]}{0.125}$$

$$log\frac{[salt]}{0.125} = 0 \quad \Rightarrow \quad \therefore\ log\frac{[salt]}{0.125} = log1 \quad \Rightarrow \quad \frac{[salt]}{0.125} = 1 \quad \Rightarrow \quad [salt] = 0.125\ \text{M}$$
$$\because\ log1 = 0$$

3) نجد كتلة الملح (m) من المولارية:

$$m(g) = \text{M}\ (mol/l) \times M(g/mol) \times V(L)$$
$$= 0.125mol/L \times 82g/mol \times 1L = 10.25$$

س/7) احسب كتلة ملح خلات الصوديوم $(M = 82g/mol)$ اللازم اضافتها الى $500ml$ من محلول 0.2 M ، حامض الخليك للحصول على محلول بفر تكون قيمة PH له تساوي 5 ، علماً ان $PK_a = 4.74$. (ت / 2017)

ج/ المحلول ايون مشترك يتكون من حامض ضعيف وملحه:

1) نجد تركيز الملح من قانون الايون المشترك :

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow 5 = 4.74 + log\frac{[salt]}{0.2}$$

$$log\frac{[salt]}{0.2} = 0.26 \Rightarrow log\frac{[salt]}{0.2} = log1.8$$

$$\frac{[salt]}{0.2} = 1.8 \Rightarrow [salt] = 0.36 \text{ M}$$

2) نجد كتلة الملح (m) من المولارية:

$$m(g) = \text{M} \ (mol/l) \times M(g/mol) \times V(L)$$

$$= 0.\frac{36mol}{L} \times 82g/mol \times 500ml \times \frac{1L}{1000ml} = 14.76\ g$$

س/8) احسب كتلة كلوريد الامونيوم $(M = 53.5g/mol)$ الواجب اضافتها الى $500ml$ من محلول 0.15 M امونيا لجعل قيمة PH المحلول تساوي 9.0 . علماً ان ثابت تفكك الامونيا 1.8×10^{-5} . $log1.8 = 0.26$

ج/ (3 د/ 2013) (الحجم ربع لترمن محلول 0.2M امونيا)(2 د/ 2016)

1) نجد POH من PH :

$$PH + POH = 14 \Rightarrow POH = 14 - 9 = 5$$

2) نجد PK_b :

$$PK_b = -logK_b = -log1.8 \times 10^{-5} = -log1.8 - log10^{-5}$$
$$= -0.26 + 5 = 4.74$$

3) نجد تركيز الملح من قانون الايون المشترك:

$$POH = PK_b + log\frac{[salt]}{[base]} \Rightarrow 5 = 4.74 + log\frac{[salt]}{0.15}$$

$$log\frac{[salt]}{0.15} = 0.26$$

$log1.82 = 0.26$ ولكن من السؤال

$$\therefore \frac{[salt]}{0.15} = 1.82 \Rightarrow [salt] = 0.27 \text{ M}$$

4) نجد كتلة الملح من المولارية:

$$m(g) = \text{M} \ (mol/l) \times M(g/mol) \times V(L)$$

$$= 0.27mol/L \times 53.5g/mol \times 500ml \times \frac{1L}{1000ml} = 7.22g$$

س/9) اذا علمت ان النسبة المئوية لتفكك 0.1 M حامض الهيدروسيانيك $HCN = 0.01\%$. فما قيمة PH المحلول عند اضافة 0.2 M سيانيد البوتاسيوم KCN اليه ؟ $log2 = 0.3$ (ت / 2014) (ت / 2019)

ج/

1) نجد تركيز ايون الهيدروجين $[H^+]$ من النسبة المئوية للتأين % :

$$\% \text{ التأين} = \frac{\text{تركيز ايون } H^+ \text{ عند الاتزان}}{\text{التركيز الابتدائي للحامض}} \times 100$$

$$\% 0.01 = \frac{[H^+]}{0.1} \times 100 \Rightarrow [H^+] = 1 \times 10^{-5} \text{ M} = x$$



2) نجد K_a من $[H^+]$ و مولارية الحامض :

$$HCN_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)}$$

$$K_a = \frac{[H^+][CN^-]}{[HCN]} = \frac{(1\times 10^{-5})^2}{0.1} = 1 \times 10^{-9}$$

3) نجد PH :

$$PK_a = -logK_a = -log\,1 \times 10^{-9} = 9$$

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]}$$

$$PH = 9 + log\frac{0.2}{0.1} = 9 + log2 = 9 + 0.3 = 9.3$$

س/10) احسب قيمة الاس الهيدروجيني PH لمحلول يحتوي على حامض الخليك CH_3COOH بتركيز 0.18 M وخلات الصوديوم CH_3COONa تركيزه 0.36 M ثم قارن النتيجة مع قيمة PH لحامض الخليك بتركيز 0.18 M علماً ان :

$K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$ ، $log2 = 0.3$ ، $log1.8 = 0.26$ (1 د/ 2015)

ج/

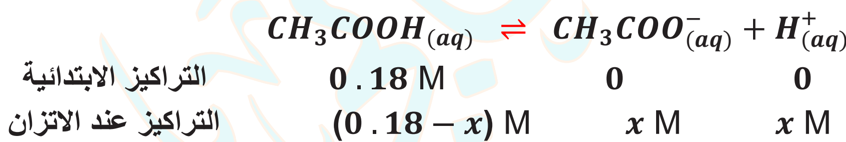
1) نجد PH الايون المشترك:

$$PK_a = -logK_a = -log1.8 \times 10^{-5} = -log1.8 - log10^{-5}$$
$$= -0.26 + 5 = 4.74$$

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow PH = 4.74 + log\frac{0.36}{0.18}$$

$$PH = 4.74 + log2 \Rightarrow PH = 4.74 + 0.3$$
$$PH = 5.04$$

1) نجد PH الحامض فقط:



	$CH_3COOH_{(aq)}$	$\rightleftharpoons$ $CH_3COO^-_{(aq)}$	$+ H^+_{(aq)}$
التراكيز الابتدائية	0.18 M	0	0
التراكيز عند الاتزان	$(0.18 - x)$ M	x M	x M

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} \Rightarrow 1.8 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0.18}$$

$$x^2 = 1.8^2 \times 10^{-6} \quad \surd \quad \Rightarrow \quad x = 1.8 \times 10^{-3}\text{ M} = [H^+]$$

$$PH = -log[H^+] = -log1.8 \times 10^{-3} = -log1.8 - log10^{-3}$$

$$PH = -0.26 + 3 = 2.74$$

مسائل الاضافة والمزج او التعادل

س/1) احسب قيمة PH لمحلول ناتج من مزج $26ml$ من 0.2 M هيدروكسيد الصوديوم مع $50ml$ من 0.1 M حامض الهيدروكلوريك ؟ (2017 د 2 – موصل)

ج/

1) نجد الحجم الكلي V_2 :

$$V_2 = 26ml + 50ml = 76ml$$

2) نجد التراكيز المولارية بعد المزج لكل من الحامض والقاعدة من قانون التخفيف:

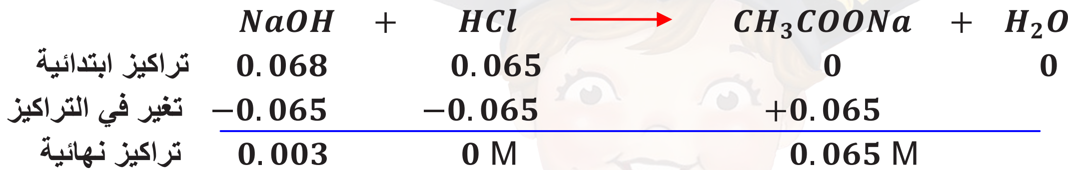
// $NaOH$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$0.2\ M \times 26ml = M_2 \times 76ml$$
$$M_2 = 0.068 mol/L$$

// HCl

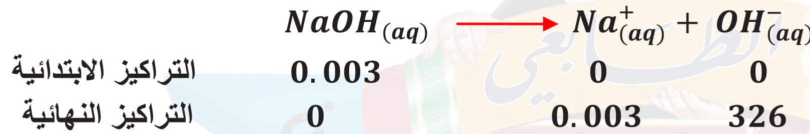
$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$0.1\ M \times 50ml = M_2 \times 76ml$$
$$M_2 = 0.065 mol/L$$

3) كتابة معادلة تفاعل الحامض مع القاعدة:



	$NaOH$	+ HCl	$\longrightarrow$ CH_3COONa	+ H_2O
تراكيز ابتدائية	0.068	0.065	0	0
تغير في التراكيز	-0.065	-0.065	$+0.065$	
تراكيز نهائية	0.003	0 M	0.065 M	

4) المحلول الناتج قاعدة قوية وملح متعادل ، ونجد PH من القاعدة القوية (المتبقي او الزيادة منها بعد التفاعل) :



	$NaOH_{(aq)}$	$\longrightarrow$ $Na^+_{(aq)}$	+ $OH^-_{(aq)}$
التراكيز الابتدائية	0.003	0	0
التراكيز النهائية	0	0.003	326

• نجد POH:

$$POH = -log[OH^-] = -log0.003 = -log3 \times 10^{-3}$$
$$POH = -log3 - log10^{-3} = -0.5 + 3 = 2.5$$

• نجد PH:

$$PH + POH = 14 \quad \Rightarrow \quad PH = 14 - 2.5 = 11.5$$



س/2) احسب قيمة PH لمحلول ناتج من مزج $30ml$ من 0.2 M هيدروكسيد الصوديوم مع $20ml$ من 0.1 M حامض الهيدروكلوريك ؟ $(log2 = 0.3)$ (2018 د 1 – خ ق)

ج/

1) نجد الحجم الكلي V_2 :

$$V_2 = 30ml + 20ml = 50ml$$

2) نجد التراكيز المولارية بعد المزج لكل من الحامض والقاعدة من قانون التخفيف:

// $NaOH$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$0.2\ M \times 30ml = M_2 \times 50ml$$
$$M_2 = 0.12 mol/L$$

// HCl

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$0.1\ M \times 20ml = M_2 \times 50ml$$
$$M_2 = 0.04 mol/L$$

3) كتابة معادلة تفاعل الحامض مع القاعدة:

	HCl	+	$NaOH$	⟶	$NaCl$	+	H_2O
تراكيز ابتدائية	0.04		0.12		0		0
تغير في التراكيز	-0.04		-0.04		$+0.04$		
تراكيز نهائية	0		0.08		0.04 M		

4) المحلول الناتج قاعدة قوية وملح متعادل ، ونجد PH من القاعدة القوية (المتبقي او الزيادة منها بعد التفاعل) :

	$NaOH_{(aq)}$	⟶	$Na^+_{(aq)}$	+	$OH^-_{(aq)}$
التراكيز الابتدائية	0.08		0		0
التراكيز النهائية	0		0.08		0.08

- نجد POH:

$$POH = -log[OH^-] = -log0.08 = -log8 \times 10^{-2}$$
$$POH = -log2^3 - log10^{-2} = -3(0.3) + 2 = 1.1$$

- نجد PH:

$$PH + POH = 14 \quad \Rightarrow \quad PH = 14 - 1.1 = 12.9$$



س/3) كم ستكون قيمة PH المحلول الناتج من مزج $20ml$ من 0.2 M هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ مع $50ml$ من 0.1 M حامض الخليك CH_3COOH ؟ علماً بأن $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ $(log1.8 = 0.26$ ، $log2 = 0.3)$

(2018 د2 – خ ق)

ج/

1) نجد الحجم الكلي V_2 :

$$V_2 = 20ml + 50ml = 70ml$$

2) نجد التراكيز المولارية بعد المزج لكل من الحامض والقاعدة من قانون التخفيف:

// $NaOH$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$0.2\text{ M} \times 20ml = M_2 \times 70ml$$
$$M_2 = 0.057 mol/L$$

// CH_3COOH

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$0.1\text{ M} \times 50ml = M_2 \times 70ml$$
$$M_2 = 0.071 mol/L$$

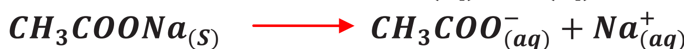
3) كتابة معادلة تفاعل الحامض مع القاعدة:

	$NaOH$	+	CH_3COOH	⟶	CH_3COONa	+	H_2O
تراكيز ابتدائية	0.057		0.071		0		0
تغير في التراكيز	-0.057		-0.057		$+0.057$		
تراكيز نهائية	0		0.014 M		0.057 M		

4) ∴ المحلول الناتج هو حامض ضعيف وملحه (ايون مشترك):



$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$



$$CH_3COONa_{(S)} \longrightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$$

$$PK_a = -logK_a = -log1.8 \times 10^{-5} = -log1.8 - log10^{-5}$$
$$= -0.26 + 5 = 4.74$$

$$PH = PK_a + \log\frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow PH = 4.74 + \log\frac{0.057}{0.014}$$

$$PH = 4.74 + \log 4 \Rightarrow PH = 4.74 + \log 2^2$$

$$PH = 4.74 + 2(0.3) = 4.74 + 0.60 = 5.34$$

س/4) عند اضافة $25ml$ من 0.2 M محلول هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ الى $50ml$ من 0.1 M محلول حامض الخليك ، ماذا ستكون قيمة الاس الهيدروجيني للمحلول الناتج ؟ علماً بأن $K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$.

$\log 1.8 = 0.26$ ، $\log 6 = 0.77$ ، $\sqrt{3} = 1.7$ ، $\log 1.7 = 0.23$ **(3 د/ 2016)**

ج/

1) نجد الحجم الكلي V_2 :

$$V_2 = 25ml + 50ml = 75ml$$

2) نجد التراكيز المولارية بعد المزج لكل من الحامض والقاعدة من قانون التخفيف:

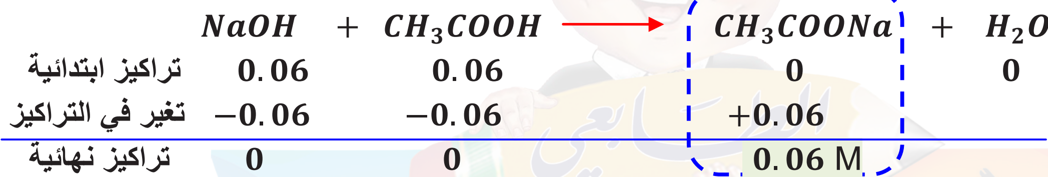
// $NaOH$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$0.2\ M \times 25ml = M_2 \times 75ml$$
$$M_2 = 0.06 mol/L$$

// CH_3COOH

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$0.1\ M \times 50ml = M_2 \times 75ml$$
$$M_2 = 0.06 mol/L$$

3) كتابة معادلة تفاعل الحامض مع القاعدة:



	$NaOH$	+ CH_3COOH	$\longrightarrow$ CH_3COONa	+ H_2O
تراكيز ابتدائية	0.06	0.06	0	0
تغير في التراكيز	-0.06	-0.06	$+0.06$	
تراكيز نهائية	0	0	0.06 M	

4) المحلول الناتج ملح قاعدي:

الطريقة الاولى:

$$PK_a = -\log K_a = -\log 1.8 \times 10^{-5} = -\log 1.8 - \log 10^{-5}$$
$$= -0.26 + 5 = 4.74$$

$$PH = \frac{1}{2}[PK_w + PK_a + \log c] = \frac{1}{2}[14 + 4.74 + \log 0.06]$$

$$PH = \frac{1}{2}[18.74 + \log 6 + \log 10^{-2}]$$

$$PH = \frac{1}{2}[18.74 + 0.77 - 2] = 8.77$$

الطريقة الثانية:

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_w \times K_a}{C}} \Rightarrow [H^+] = \sqrt{\frac{10^{-14} \times 1.8 \times 10^{-5}}{0.06}}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{10^{-18} \times 18}{6}} \Rightarrow [H^+] = \sqrt{10^{-18} \times 3}$$

$$[H^+] = 1.7 \times 10^{-9}$$

$$PH = -\log[H^+] = -\log 1.7 \times 10^{-9} = -\log 1.7 - \log 10^{-9}$$

$$PH = -0.23 + 9 = 8.77$$



س/5) مزج $100ml$ من محلول 0.05 M حامض الكروميك H_2CrO_4 مع $150ml$ من محلول 0.05 M هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$ ، احسب قيمة PH المحلول الناتج ؟ علماً بأن $log2 = 0.3$ ، $log5 = 0.7$

(3 د/ 2019)

ج/

1) نجد الحجم الكلي V_2 :

$$V_2 = 100ml + 150ml = 250ml$$

2) نجد التراكيز المولارية بعد المزج لكل من الحامض والقاعدة من قانون التخفيف:



$// H_2CrO_4$

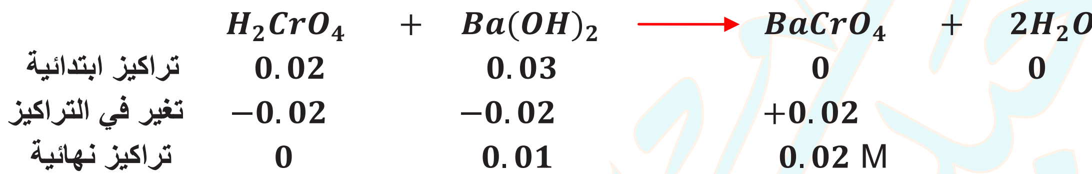
$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$0.05\ M \times 100ml = M_2 \times 250ml$$
$$M_2 = 0.02mol/L$$



$//Ba(OH)_2$

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$0.05\ M \times 150ml = M_2 \times 250ml$$
$$M_2 = 0.03mol/L$$

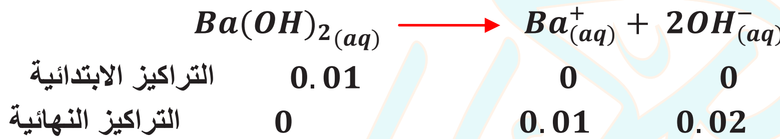
3) كتابة معادلة تفاعل الحامض مع القاعدة:



$$H_2CrO_4 + Ba(OH)_2 \longrightarrow BaCrO_4 + 2H_2O$$

	H_2CrO_4	$Ba(OH)_2$	$BaCrO_4$	$2H_2O$
تراكيز ابتدائية	0.02	0.03	0	0
تغير في التراكيز	-0.02	-0.02	$+0.02$	
تراكيز نهائية	0	0.01	0.02 M	

4) المحلول الناتج قاعدة قوية وملح متعادل ، ونجد PH من القاعدة القوية (المتبقي او الزيادة منها بعد التفاعل) :



$$Ba(OH)_{2(aq)} \longrightarrow Ba^{+}_{(aq)} + 2OH^{-}_{(aq)}$$

	$Ba(OH)_{2(aq)}$	$Ba^{+}_{(aq)}$	$2OH^{-}_{(aq)}$
التراكيز الابتدائية	0.01	0	0
التراكيز النهائية	0	0.01	0.02

- نجد POH:

$$POH = -log[OH^-] = -log0.02 = -log2 \times 10^{-2}$$
$$POH = -log2 - log10^{-2} = -3 + 2 = 1.7$$

- نجد PH:

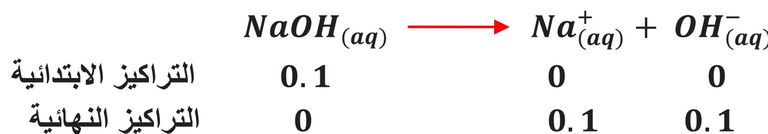
$$PH + POH = 14 \Rightarrow PH = 14 - 1.7 = 12.3$$

س/6) احسب التغير ΔPH بعد اضافة $20ml$ من 0.2 M حامض الخليك CH_3COOH محلول هيدروكسيد الصوديوم الى $20ml$ من 0.1 M محلول $NaOH$ ، $K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$. $log1.8 = 0.25$ ، $log6 = 0.77$

(1 د/ 2016 – خ ق)

ج/

1) نجد PH للقاعدة القوية $NaOH$ قبل اضافة الحامض وهو PH_1:



$$NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)}$$

	$NaOH_{(aq)}$	$Na^{+}_{(aq)}$	$OH^{-}_{(aq)}$
التراكيز الابتدائية	0.1	0	0
التراكيز النهائية	0	0.1	0.1

- نجد POH:

$$POH = -log[OH^-] = -log10^{-1} = 1$$

- نجد PH:

$$PH + POH = 14 \Rightarrow PH = 14 - 1 = 13$$



2) نجد PH بعد المزج وهو PH_2:

نجد الحجم الكلي V_2 : $V_2 = 20ml + 20ml = 40ml$

نجد التراكيز المولارية بعد المزج لكل من الحامض والقاعدة من قانون التخفيف:

// $NaOH$

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$

$0.1\ M \times 20ml = M_2 \times 40ml$

$M_2 = 0.05 mol/L$

// CH_3COOH

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$

$0.2\ M \times 20ml = M_2 \times 40ml$

$M_2 = 0.1 mol/L$

كتابة معادلة تفاعل الحامض مع القاعدة:

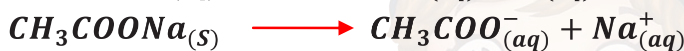
	$NaOH$	+ CH_3COOH	$\longrightarrow$ CH_3COONa	+ H_2O
تراكيز ابتدائية	0.05	0.1	0	0
تغير في التراكيز	−0.05	−0.05	+0.05	
تراكيز نهائية	0	0.05 M	0.05 M	

∴ المحلول الناتج هو حامض ضعيف وملحه (ايون مشترك):

$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$



$$CH_3COONa_{(S)} \longrightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$$



$$PK_a = -logK_a = -log1.8 \times 10^{-5} = -log1.8 - log10^{-5}$$
$$= -0.25 + 5 = 4.75$$

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow PH = 4.75 + log\frac{0.05}{0.05}$$

$$PH = 4.75$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 4.75 - 13 = -8.25$$

س/7) احسب التغير ΔPH بعد اضافة $20ml$ من 0.2 M هيدروكسيد البوتاسيوم KOH محلول الى $50ml$ من 0.1 M محلول حامض الخليك CH_3COOH ، $K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$. $\sqrt{1.8} = 1.3$
$log1.8 = 0.25$ ، $log1.3 = 0.11$ ، $log2 = 0.3$ ، $log5 = 0.7$ ، (2017 / د1 – خ ق)

ج/

1) نجد PH لحامض الخليك CH_3COOH قبل اضافة القاعدة وهو PH_1:

	$CH_3COOH_{(aq)}$	$\rightleftharpoons$ $CH_3COO^-_{(aq)}$	+ $H^+_{(aq)}$
التراكيز الابتدائية	0.1 M	0	0
التراكيز عند الاتزان	$(0.1 - x)$ M	x M	x M

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} \Rightarrow 1.8 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{0.1}$$



$$x^2 = 1.8 \times 10^{-6} \quad \sqrt{} \Rightarrow \quad x = 1.3 \times 10^{-3}\ M = [H^+]$$

$$PH = -log[H^-] = -log1.3 \times 10^{-3}$$
$$PH = -log1.3 - log10^{-3} = -0.11 + 3 = 2.89$$

2) نجد PH بعد المزج وهو PH_2:

نجد الحجم الكلي V_2 :

$$V_2 = 20ml + 50ml = 70ml$$

نجد التراكيز المولارية بعد المزج لكل من الحامض والقاعدة من قانون التخفيف:

// KOH

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$0.2\ M \times 20ml = M_2 \times 70ml$$
$$M_2 = 0.05 mol/L$$

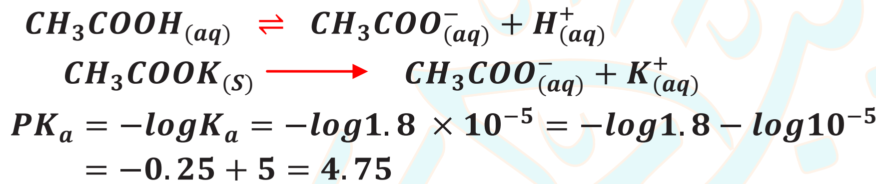
// CH_3COOH

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$0.1\ M \times 50ml = M_2 \times 70ml$$
$$M_2 = 0.07 mol/L$$

3) كتابة معادلة تفاعل الحامض مع القاعدة:

	KOH	$+\ CH_3COOH$	$\longrightarrow$	CH_3COOK	$+\ H_2O$
تراكيز ابتدائية	0.05	0.07		0	0
تغير في التراكيز	−0.05	−0.05		+0.05	
تراكيز نهائية	0	0.02 M		0.05 M	

4) ∴ *المحلول الناتج هو حامض ضعيف وملحه (ايون مشترك):*



$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$
$$CH_3COOK_{(S)} \longrightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + K^+_{(aq)}$$

$$PK_a = -logK_a = -log1.8 \times 10^{-5} = -log1.8 - log10^{-5}$$
$$= -0.25 + 5 = 4.75$$

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow PH = 4.75 + log\frac{0.05}{0.02}$$
$$PH = 4.75 + log5 - log2$$
$$PH = 4.75 + 0.7 - 0.3 = 5.15$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 5.15 - 2.89 = 2.26$$

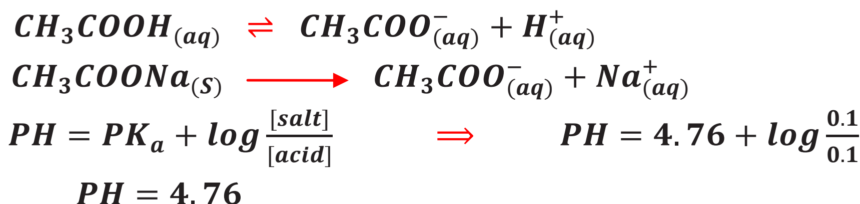
وزاريات البحث ج1

س/1) احسب مقدار التغير لـ PH بعد اضافة 0.01 مولاري من حامض الكبريتيك H_2SO_4 الى لتر من محلول بفر مكون من حامض الخليك CH_3COOH وخلات الصوديوم CH_3COONa ، تركيز كل منهما 0.1 مولاري علماً ان :

$K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ ، $log2 = 0.3$ ، $log3 = 0.477$ ، $log1.8 = 0.26$ (1 / 2015)

ج/

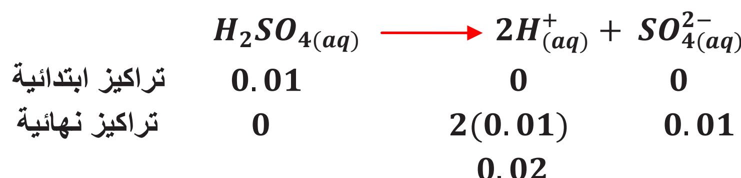
1) نجد PH_1 لمحلول الحامض الضعيف وملحه :



$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$
$$CH_3COONa_{(S)} \longrightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$$

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow PH = 4.76 + log\frac{0.1}{0.1}$$
$$PH = 4.76$$

2) نجد PH_2 للمحلول بعد اضافة حامض الكبريتيك:



	$H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow$	$2H^+_{(aq)}$	$+ SO^{2-}_{4(aq)}$
تراكيز ابتدائية	0.01	0	0
تراكيز نهائية	0	2(0.01) 0.02	0.01

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]-[H^+]}{[acid]+[H^+]}$$
$$PH = 4.74 + log\frac{0.10-0.02}{0.10+0.02}$$
$$PH = 4.74 + log\frac{0.08}{0.12}$$
$$PH = 4.74 + log\frac{2}{3}$$
$$PH = 4.74 + log2 - log3$$
$$PH = 4.74 + 0.3 - 0.477 = 4.563$$
$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 4.563 - 4.74 = -0.177$$

س/2) احسب مقدار التغير في قيمة PH بعد اضافة $0.01mol$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم الى لتر من محلول بفر مكون من حامض الخليك CH_3COOH وخلات الصوديوم CH_3COONa تركيز كل منهما 0.1 M علماً ان : $K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$ ، $log1.8 = 0.26$ ، $log1.2 = 0.08$ $log3 = 0.477$ ، $log11 = 1.04$ (3 د/ 2014)

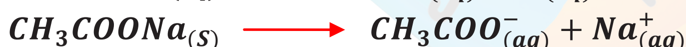
ج/

1) نجد PH_1 لمحلول الحامض الضعيف وملحه :

$$PK_a = -logK_a = -log1.8 \times 10^{-5} = -log1.8 - log10^{-5}$$
$$= -0.26 + 5 = 4.74$$



$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$

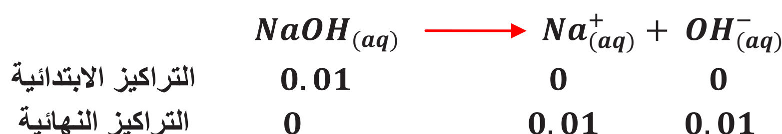


$$CH_3COONa_{(S)} \longrightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$$

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow PH = 4.74 + log\frac{0.1}{0.1}$$
$$PH = 4.74$$

2) نجد PH_2 للمحلول بعد اضافة القاعدة القوية:

$$M = \frac{n(mol)}{v(L)} = \frac{0.01mol}{1L} = 0.01\ mol/L$$



	$NaOH_{(aq)} \longrightarrow$	$Na^+_{(aq)}$	$+ OH^-_{(aq)}$
التراكيز الابتدائية	0.01	0	0
التراكيز النهائية	0	0.01	0.01

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]+[OH^-]}{[acid]-[OH^-]}$$

$$PH = 4.74 + log\frac{0.10+0.01}{0.10-0.01}$$

$$PH = 4.74 + log\frac{0.11}{0.09}$$

$$PH = 4.74 + log11 - log3^2$$

$$PH = 4.74 + 1.04 - 2(0.477)$$

$$PH_2 = 4.74 + 1.04 - 0.954 = 4.74 + 0.086 = 4.826$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 4.826 - 4.74 = 0.086$$

ويمكن ان نستخدم المعلومة $log1.2$ تعني حاصل قسمة ($\frac{11}{9}$)

س/3) احسب مقدار التغير لـ PH بعد اضافة $1ml$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 10 مولاري الى لتر من محلول بفر مكون من حامض الخليك CH_3COOH وخلات الصوديوم CH_3COONa ، تركيز كل منهما 0.1 مولاري علماً ان : PK_a للحامض تساوي 4.74 ، ، $log3 = 0.477$ ، ، $log11 = 1.04$ ، $log1.2 = 0.08$

(2015 / د1 – خاص) (2017/ د2 – خ ق ، $2ml$ ، 5 مولاري)

ج/

1) نجد PH_1 لمحلول الحامض الضعيف وملحه :



$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$



$$CH_3COONa_{(S)} \longrightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$$

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow PH = 4.74 + log\frac{0.1}{0.1}$$

$$PH = 4.74$$

2) نجد PH_2 للمحلول بعد اضافة القاعدة القوية:

($NaOH$ قبل الاضافة) $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$ ($NaOH$ بعد الاضافة)

$$10\ M \times 1ml \times \frac{1L}{1000ml} = M_2 \times 1L$$

$$M_2 = 0.01mol/L$$



	$NaOH_{(aq)}$	$\longrightarrow$ $Na^+_{(aq)}$	$+\ OH^-_{(aq)}$
التراكيز الابتدائية	0.01	0	0
التراكيز النهائية	0	0.01	0.01

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]+[OH^-]}{[acid]-[OH^-]}$$

$$PH = 4.74 + log\frac{0.10+0.01}{0.10-0.01} \Rightarrow PH = 4.74 + log\frac{0.11}{0.09}$$

$$PH = 4.74 + log\frac{11}{9} \Rightarrow PH = 4.74 + 0.08$$

$$PH_2 = 4.82$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 4.82 - 4.74 = 0.08$$

س/4) احسب مقدار التغير لـ PH بعد اضافة $2g$ من هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ $(M = 40g/mol)$ الى لتر من محلول بفر مكون من حامض الخليك CH_3COOH وخلات الصوديوم CH_3COONa تركيز كل منهما 0.2 مولاري ، علماً ان $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$ ، $log5 = 0.7$ ، $log3 = 0.477$ ، $log1.8 = 0.26$ (3 د/ 2016)

ج/

1) نجد PH_1 لمحلول الحامض الضعيف وملحه :

$$PK_a = -logK_a = -log1.8 \times 10^{-5} = -log1.8 - log10^{-5}$$
$$= -0.26 + 5 = 4.74$$



$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$



$$CH_3COONa_{(S)} \longrightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)}$$

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]}$$
$$PH = 4.74 + log\frac{0.2}{0.2}$$
$$PH = 4.74$$

2) نجد PH_2 للمحلول بعد اضافة القاعدة القوية:

$$M = \frac{m(g)}{M(g/mol)} \times \frac{1}{V(L)} = \frac{2(g)}{40(g/mol)} \times \frac{1}{1(L)} = 0.05mol/L$$



	$NaOH_{(aq)}$	$\longrightarrow$	$Na^+_{(aq)}$	$+$	$OH^-_{(aq)}$
التراكيز الابتدائية	0.05		0		0
التراكيز النهائية	0		0.05		0.05

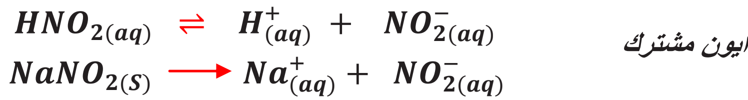
ـــ تطبيق القانون:

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]+[OH^-]}{[acid]-[OH^-]}$$
$$PH = 4.74 + log\frac{0.20+0.05}{0.20-0.05}$$
$$PH = 4.74 + log\frac{0.25}{0.15}$$
$$PH = 4.74 + log\frac{5}{3}$$
$$PH_2 = 4.74 + log5 - log3$$
$$PH_2 = 4.74 + 0.7 - 0.477 = 4.963$$
$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 4.963 - 4.74 = 0.223$$

س/5) (أ) ما قيمة الاس الهيدروجيني لمزيج بفري مكون من حامض النتروز (HNO_2) $K_a(HNO_2) = 4.5 \times 10^{-4}$ بتركيز 0.12 M ونتريت الصوديوم $NaNO_2$ بتركيز 0.15 M ؟ (ب) احسب قيمة PH المحلول الناتج بعد اضافة $1g$ مـــــن هيدروكسيد الصوديوم $(M = 40g/mol)$ الى لتر واحد من محلول البفر . استفد من المعلومات الاتية:
$((log1.8 = 0.26$ ، $log5 = 0.7$ ، $log2 = 0.3$ ، $log4.5 = 0.65))$ (2 د/ 2013)
(2016 ت/) (2017 د/ 1 – موصل) (2018 د/ 3) (2019 د/ 1 – خ ق – اضافة 0.05 M من H_2SO_4)

ج/

1) نجد PH_1 لمحلول الحامض الضعيف وملحه :



$$HNO_{2(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + NO^-_{2(aq)}$$

$$NaNO_{2(S)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + NO^-_{2(aq)}$$

ايون مشترك

$$PK_a = -logK_a = -log4.5 \times 10^{-4} = -log4.5 - log10^{-4}$$
$$= -0.65 + 4 = 3.35$$

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]} \Rightarrow PH = 3.35 + log\frac{0.15}{0.12}$$

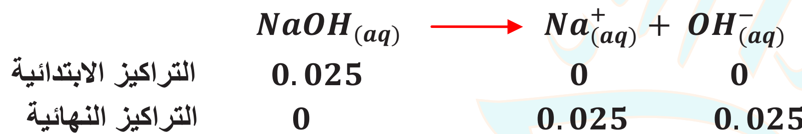
$$PH = 3.35 + log\frac{5}{4} \Rightarrow PH = 3.35 + log5 - log2^2$$

$$PH = 3.35 + 0.7 - 2(0.3) = 3.45 = PH_1$$

(ب) نجد PH للمحلول بعد اضافة القاعدة القوية:

ـ نجد مولارية القاعدة القوية:

$$M = \frac{m(g)}{M(g/mol)} \times \frac{1}{V(L)} = \frac{1(g)}{40(g/mol)} \times \frac{1}{1(L)} = 0.025mol/L$$



$$NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

	$NaOH_{(aq)}$	$Na^+_{(aq)}$	$OH^-_{(aq)}$
التراكيز الابتدائية	0.025	0	0
التراكيز النهائية	0	0.025	0.025

ـ تطبيق القانون:

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]+[OH^-]}{[acid]-[OH^-]}$$

$$PH = 3.35 + log\frac{0.150+0.025}{0.120-0.025}$$

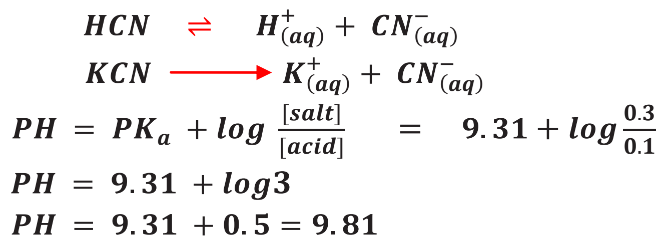
$$PH = 3.35 + log\frac{0.175}{0.095}$$

$$PH = 3.35 + log1.8 = 3.35 + 0.26 = 3.61 = PH_2$$

س/6) نصف لتر من محلول HCN 0.1 M و KCN 0.3 M ، احسب التغير في قيمة PH عند اضافة $0.025\ mol$ من H_2SO_4 علماً ان $PK_a = 9.31$. $log3 = 0.5$ ج// $\Delta PH = -0.5$ (ت/ 2015)

ج/

1) نجد PH_1 لمحلول الحامض الضعيف وملحه :



$$HCN \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)}$$

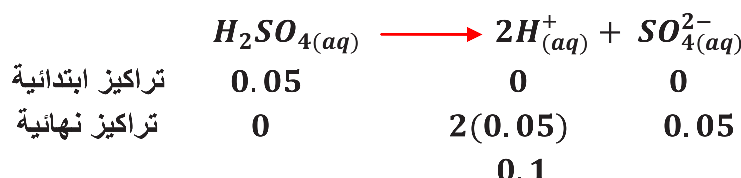
$$KCN \longrightarrow K^+_{(aq)} + CN^-_{(aq)}$$

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]}{[acid]} = 9.31 + log\frac{0.3}{0.1}$$

$$PH = 9.31 + log3$$

$$PH = 9.31 + 0.5 = 9.81$$

2) نجد PH_2 للمحلول بعد اضافة حامض الكبريتيك:



$$M = \frac{n(mol)}{v(L)} = \frac{0.025mol}{0.5L} = 0.05\ mol/L$$

$$H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2H^+_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$

	H_2SO_4	$2H^+$	SO_4^{2-}
تراكيز ابتدائية	0.05	0	0
تراكيز نهائية	0	2(0.05) 0.1	0.05

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]-[H^+]}{[acid]+[H^+]}$$

$$PH = 9.31 + log\frac{0.3-0.1}{0.1+0.1}$$

$$PH = 9.31 + log\frac{0.2}{0.2}$$

$$PH = 9.31 + log1$$

$$PH = 9.31$$

$$PH = 4.74 + 0.3 - 0.477 = 4.563$$

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 9.31 - 9.81 = -0.5$$

س/7) لتر من محلول يحتوي على 0.04 M من حامض ضعيف و 0.02 M من ملحه ، ما عدد مولات هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ اللازم اضافته لتصبح قيمة PH تساوي 9.3 ، $K_a = 10^{-9}$ ؟ $log2 = 0.3$ (2016 د2 – خ ق)

ج/

$$PK_a = -logK_a = -log10^{-9} = 9$$

$$PH = PK_a + log\frac{[salt]+[OH^-]}{[acid]-[OH^-]}$$

$$9.3 = 9 + log\frac{0.02+[OH^-]}{0.04-[OH^-]}$$

$$0.3 = log\frac{0.02+[OH^-]}{0.04-[OH^-]}$$

$$log2 = log\frac{0.02+[OH^-]}{0.04-[OH^-]}$$



$$2 = \frac{0.02+[OH^-]}{0.04-[OH^-]}$$

$$0.02 + [OH^-] = 0.08 - 2[OH^-]$$

$$3[OH^-] = 0.06 \quad \Rightarrow \quad [OH^-] = 0.02$$

$$Ca(OH)_{2(aq)} \longrightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$

	$Ca(OH)_2$	Ca^{2+}	$2OH^-$
التركيز الابتدائي	x M	0	0
التركيز النهائي	0	x M	$2x$ M

$$[OH^-] = 0.02 = 2x$$

$$x = [Ca(OH)_2] = 0.01\ M = 0.01mol$$ وتساوي عدد المولات لان الحجم واحد لتر

وزاريات البفر ج2

س/1) احسب قيمة الاس الهيدروجيني (PH) (أ) للتر من محلول بفر مكون من الامونيا بتركيز 0.1 M ، وكلوريد الامونيوم بتركيز 0.1 M (ب) لنفس محلول بفر لكن بعد اضافة $1ml$ من محلول حامض الكبريتيك تركيزه 10 M ، ثم احسب مقدار التغير في قيمة PH . علماً ان $PK_b = 4.74$ ، $log2 = 0.3$ ، $log3 = 0.5$ ، $log1.5 = 0.18$

(1 د/ 2018)

ج/

أ) نجد PH لمحلول الامونيا وملحها (ايون مشترك) فقط قبل اضافة الحامض القوي وهو PH_1 :



$$NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH^+_{4(aq)} + OH^-_{(aq)}$$



$$NH_4Cl_{(S)} \longrightarrow NH^+_{4(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$POH = PK_b + log\frac{[salt]}{[base]}$$

$$POH = 4.74 + log\frac{0.1}{0.1}$$

$$POH = 4.74 + log1 = 4.74$$

$$PH + POH = 14 \quad \Rightarrow \quad PH = 14 - 4.74 = 9.26 = PH_1$$

ب) نجد PH للمحلول بعد اضافة الحامض القوي وهو PH_2:

1) نجد تركيز حامض H_2SO_4 بعد الاضافة من قانون التخفيف:

(قبل الاضافة H_2SO_4) $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$ (بعد الاضافة H_2SO_4)

$$10\ M \times 1ml \times \frac{1L}{1000ml} = M_2 \times 1L$$

$$M_2 = 0.01 mol/L$$



	$H_2SO_{4(aq)}$	$\longrightarrow$ $2H^+_{(aq)}$	$+\ SO^{2-}_{4(aq)}$
تراكيز ابتدائية	0.01	0	0
تراكيز نهائية	0	2(0.01) 0.02	0.01

2) نطبق علاقة البفر عند اضافة حامض قوي الى محلول مزيج القاعدة الضعيفة وملحها :

$$POH = PK_b + log\frac{[salt] + [H^+]}{[base] - [H^+]}$$

$$POH = 4.74 + log\frac{0.10 + 0.02}{0.10 - 0.02} \quad \Rightarrow \quad POH = 4.74 + log\frac{0.12}{0.08}$$

$$POH = 4.74 + log\frac{3}{2} \quad \Rightarrow \quad POH = 4.74 + log3 - log2$$

$$POH = 4.74 + 0.5 - 0.3 = 4.94$$

$$PH + POH = 14 \quad \Rightarrow \quad PH = 14 - 4.94 = 9.06 = PH_2$$

اما ـــــــــــ ΔPH :

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 9.06 - 9.26 = -0.2$$



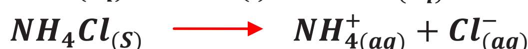
س/2) احسب مقدار التغير لـ PH بعد اضافة 0.05 M من محلول $Ba(OH)_2$ الى لتر واحد من محلول بفر مكون من 0.1 M NH_3 و 0.3 M NH_4Cl علماً ان $K_b\ NH_3 = 2 \times 10^{-5}$ ، $log3 = 0.47$ ، $log2 = 0.3$
(2019 د 1) (2015 د 2)

ج/

1) نجد PH_1 لمحلول القاعدة الضعيفة وملحها :



$$NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH^+_{4(aq)} + OH^-_{(aq)}$$



$$NH_4Cl_{(S)} \longrightarrow NH^+_{4(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$POH = PK_b + log\frac{[salt]}{[base]}$$

$$POH = 4.74 + log\frac{0.3}{0.1}$$

$$POH = 4.74 + log3 = 4.74$$

$$POH = 4.74 + 0.47 = 5.21$$

$$PH + POH = 14 \quad \Rightarrow \quad PH = 14 - 5.21 = 8.79 = PH_1$$

2) نطبق علاقة البفر عند اضافة قاعدة قوية الى محلول مزيج القاعدة الضعيفة وملحها :



$$Ba(OH)_{2(aq)} \longrightarrow Ba^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$

	$Ba(OH)_2$	Ba^{2+}	$2OH^-$
التركيز الابتدائي	0.05 M	0	0
التركيز النهائي	0	0.05 M	2(0.05) M 0.1

$$POH = PK_b + log\frac{[salt]-[OH^-]}{[base]+[OH^-]}$$

$$POH = 4.74 + log\frac{0.3-0.1}{0.1+0.1}$$

$$POH = 4.74 + log\frac{0.2}{0.2}$$

$$POH = 4.74$$

$$PH + POH = 14$$

$$PH = 14 - 4.74 = 9.26 = PH_2$$

امـــــــــــا ΔPH :

$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 9.26 - 8.79 = 0.47$$



س/3) احسب قيمة الاس الهيدروجيني PH :

أ) للتر من محلول بفر مكون من الامونيا وكلوريد الامونيوم بتركيز (مولاري 0.1) لكل منهما .

ب) بعد اضافة $(2ml)$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز (مولاري 5) ثم احسب مقدار التغير الحاصل في قيمة PH

علماً ان : $K_b\ NH_3 = 1.8 \times 10^{-5}$ ، $log1.8 = 0.26$ ، $log3 = 0.477$ ، $log11 = 1.04$

(1 د/ 2016)

ج/

1) نجد PH_1 لمحلول القاعدة الضعيفة وملحها :



$$NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH^+_{4(aq)} + OH^-_{(aq)}$$



$$NH_4Cl_{(S)} \longrightarrow NH^+_{4(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$POH = PK_b + log\frac{[salt]}{[base]}$$

$$POH = 4.74 + log\frac{0.1}{0.1}$$

$$POH = 4.74 + log1 = 4.74$$

$$PH + POH = 14$$

$$PH = 14 - 4.74 = 9.26 = PH_1$$

2) نطبق علاقة البفر عند اضافة قاعدة قوية الى محلول مزيج القاعدة الضعيفة وملحها :

($NaOH$ قبل الاضافة) $M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$ ($NaOH$ بعد الاضافة)

$$5\ M \times 2ml \times \frac{1L}{1000ml} = M_2 \times 1L$$

$$M_2 = 0.01 mol/L$$



	$NaOH_{(aq)} \longrightarrow$	$Na^+_{(aq)}$ +	$OH^-_{(aq)}$
التراكيز الابتدائية	0.01	0	0
التراكيز النهائية	0	0.01	0.01

$$POH = PK_b + log\frac{[salt] - [OH^-]}{[base] + [OH^-]}$$

$$POH = 4.74 + log\frac{0.1-0.01}{0.1+0.01}$$

$$POH = 4.74 + log\frac{0.09}{0.11}$$

$$PH = 4.74 + log3^2 - log11$$

$$PH = 4.74 + 2(0.477) - 1.04$$

$$PH_2 = 4.74 + 0.954 - 1.04 = \quad = 4.654$$

$$PH + POH = 14 \quad \Rightarrow \quad PH = 14 - 4.654 = 9.346 = PH_2$$

امـــــــــا ΔPH :

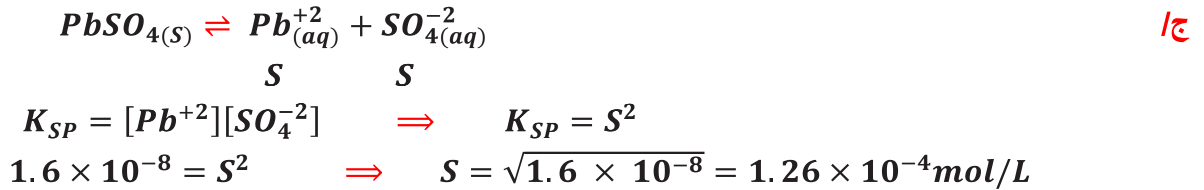
$$\Delta PH = PH_2 - PH_1 = 9.346 - 9.26 = 0.086$$



وزاريات الذوبانية ج1

س1) ما هي الذوبانية المولارية لملح كبريتات الرصاص $PbSO_4$ ؟ اذا علمت ان ثابت حاصل الذوبان لهذا الملح $K_{SP} = 1.6 \times 10^{-8}$ $(\sqrt{1.6} = 1.26)$. (ت / 2018)

ج/



$$PbSO_{4(S)} \rightleftharpoons Pb^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$

$$S \qquad S$$

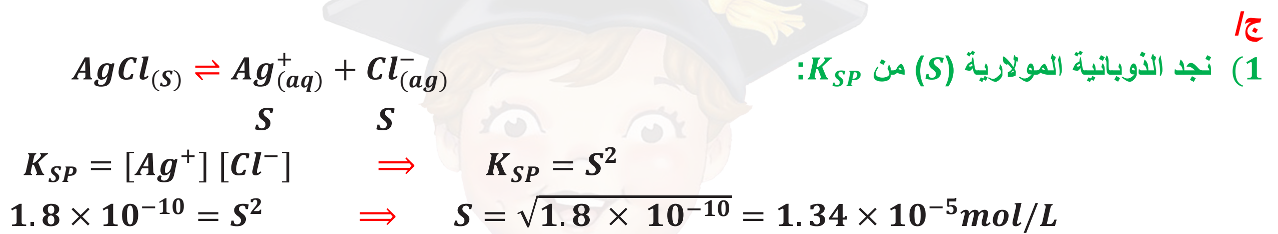
$$K_{SP} = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}] \Rightarrow K_{SP} = S^2$$

$$1.6 \times 10^{-8} = S^2 \Rightarrow S = \sqrt{1.6 \times 10^{-8}} = 1.26 \times 10^{-4} mol/L$$

س2) احسب الذوبانية المولارية(mol/L) والذوبانية الغرامية (g/L)لملح كلوريد الفضة $AgCl$ $(M = 143.5g/mol)$ في محلوله عند حالة الاتزان ، اذا علمت ان $K_{SP}(AgCl) = 1.8 \times 10^{-10}$ ، $\sqrt{1.8} = 1.34$ (ت / 2015)

ج/

1) نجد الذوبانية المولارية (S) من K_{SP}:



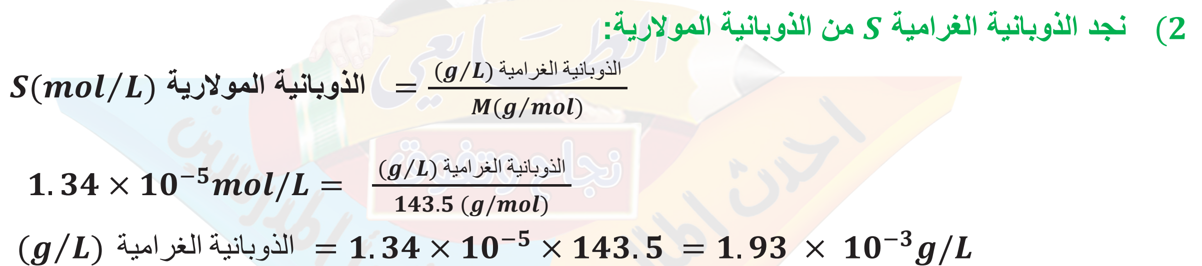
$$AgCl_{(S)} \rightleftharpoons Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$$

$$S \qquad S$$

$$K_{SP} = [Ag^{+}]\,[Cl^{-}] \Rightarrow K_{SP} = S^2$$

$$1.8 \times 10^{-10} = S^2 \Rightarrow S = \sqrt{1.8 \times 10^{-10}} = 1.34 \times 10^{-5} mol/L$$

2) نجد الذوبانية الغرامية S من الذوبانية المولارية:



$$\text{الذوبانية المولارية } S(mol/L) = \frac{\text{الذوبانية الغرامية } (g/L)}{M(g/mol)}$$

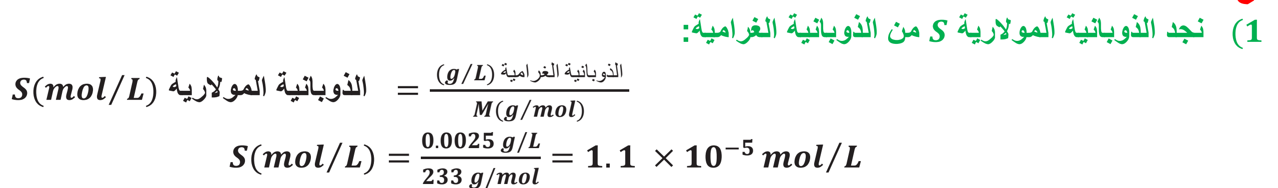
$$1.34 \times 10^{-5} mol/L = \frac{\text{الذوبانية الغرامية } (g/L)}{143.5\ (g/mol)}$$

$$\text{الذوبانية الغرامية } (g/L) = 1.34 \times 10^{-5} \times 143.5 = 1.93 \times 10^{-3} g/L$$

س3) احسب قيمة ثابت حاصل الاذابة K_{SP} لملح كبريتات الباريوم اذا علمت ان لتراً واحداً من محلوله المائي المشبع يحوي $(0.0025g)$ من ملح $BaSO_4$ الذائب $(M = 233g/mol)$. (2015 /د 2)

ج/

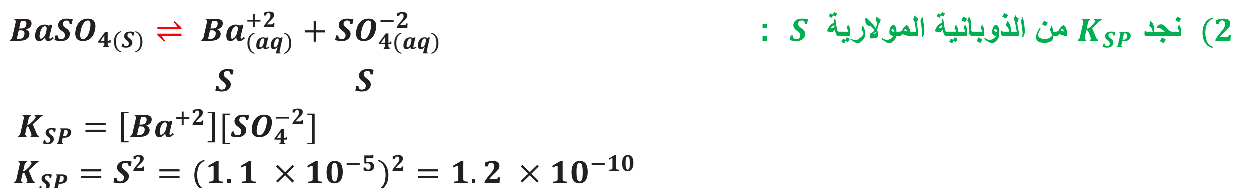
1) نجد الذوبانية المولارية S من الذوبانية الغرامية:



$$\text{الذوبانية المولارية } S(mol/L) = \frac{\text{الذوبانية الغرامية } (g/L)}{M(g/mol)}$$

$$S(mol/L) = \frac{0.0025\ g/L}{233\ g/mol} = 1.1 \times 10^{-5}\ mol/L$$

2) نجد K_{SP} من الذوبانية المولارية S :



$$BaSO_{4(S)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$

$$S \qquad S$$

$$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$$

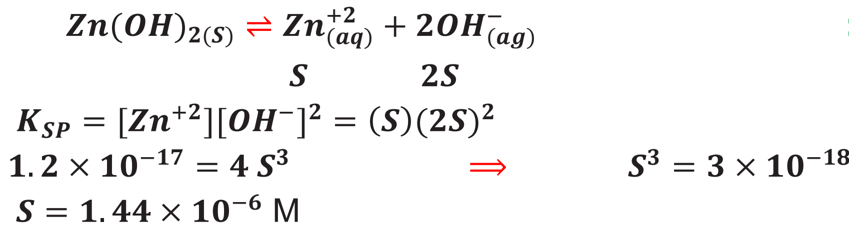
$$K_{SP} = S^2 = (1.1 \times 10^{-5})^2 = 1.2 \times 10^{-10}$$

س4/ احسب الذوبانية المولارية S والذوبانية بدلالة (g/L) لهيدروكسيد الخارصين $Zn(OH)_2$ $(M = 99.4g/mol)$ اذا علمت ان $K_{SP}(Zn(OH)_2) = 1.2 \times 10^{-17}$. $(\sqrt[3]{3} = 1.44)$

(1 د/ 2014) (ت / 2016)

ج/

1) نجد الذوبانية المولارية (S):



$$Zn(OH)_{2(S)} \rightleftharpoons Zn^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(ag)}$$
$$S \qquad 2S$$
$$K_{SP} = [Zn^{+2}][OH^-]^2 = (S)(2S)^2$$
$$1.2 \times 10^{-17} = 4\,S^3 \quad \Rightarrow \quad S^3 = 3 \times 10^{-18}$$
$$S = 1.44 \times 10^{-6}\ \text{M}$$

2) نجد الذوبانية الغرامية (g/L) :

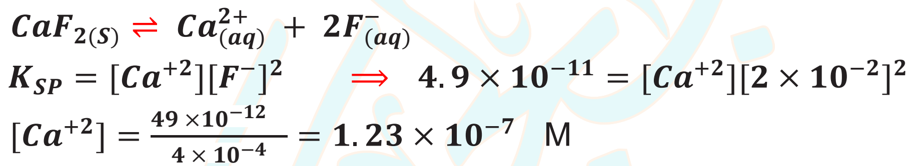
$$S(mol/L)\ \text{الذوبانية} = \frac{\text{الذوبانية}\ (g/L)}{M(g/mol)} \quad \Rightarrow \quad 1.44 \times 10^{-6} mol/L = \frac{\text{الذوبانية}\ (g/L)}{99.4\ (g/mol)}$$

$$(g/L)\ \text{الذوبانية الغرامية} = 1.44 \times 10^{-6} mol/L \times 99.4\ (g/mol) = 1.43 \times 10^{-4} g/L$$

س5) اذا علمت ان تركيز ايون الفلوريد F^- في محلول يساوي 2×10^{-2} M ، احسب ادنى تركيز من ايون الكالسيوم يكون لازماً وجوده في المحلول لبدء ترسب ملح فلوريد الكالسيوم CaF_2 $(K_{SP} = 4.9 \times 10^{-11})$. (2 د/ 2014)

ج/

بما ان قيمة K_{SP} ثابتة بثبوت درجة الحرارة لذلك فأن حاصل ضرب الايونات يجب ان يساوي قيمة K_{SP} وأن تركيز احد الايونات يمكن ايجاده اذا كان تركيز الايون الاخر معلوم وقيمة K_{SP} معلومة ايضاً وكالاتي:

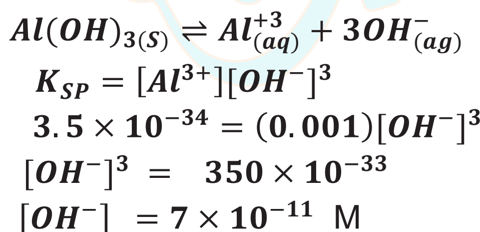


$$CaF_{2(S)} \rightleftharpoons Ca^{2+}_{(aq)} + 2F^-_{(aq)}$$
$$K_{SP} = [Ca^{+2}][F^-]^2 \quad \Rightarrow \quad 4.9 \times 10^{-11} = [Ca^{+2}][2 \times 10^{-2}]^2$$
$$[Ca^{+2}] = \frac{49 \times 10^{-12}}{4 \times 10^{-4}} = 1.23 \times 10^{-7}\ \text{M}$$

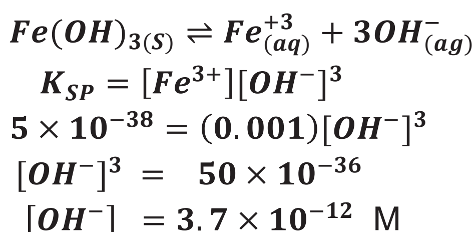
س6) محلول حجمه لتر يحتوي $0.001\ mol$ من كل من ايونات Al^{3+} ، Fe^{3+} اضيفت اليه كمية من محلول $NaOH$ ، بين رياضياً ايهما يترسب اولاً $Al(OH)_3$ او $Fe(OH)_3$ ولماذا ؟ علماً بان: $\sqrt[3]{50} = 3.7$ ، $\sqrt[3]{0.35} = 0.7$

$K_{SP}(Al(OH)_3) = 3.5 \times 10^{-34}$ و $K_{SP}(\,Fe(OH)_3) = 5 \times 10^{-38}$ (3 د/ 2019)

ج/ كلا الملحين شحيح الذوبان وان اضافة $NaOH$ تؤدي الى ترسيب الملح الذي يحتاج كمية اقل من ايون الهيدروكسيد ، لذا فنجد تركيز OH^- لكلا الملحين وكالاتي:



$$Al(OH)_{3(S)} \rightleftharpoons Al^{+3}_{(aq)} + 3OH^-_{(ag)}$$
$$K_{SP} = [Al^{3+}][OH^-]^3$$
$$3.5 \times 10^{-34} = (0.001)[OH^-]^3$$
$$[OH^-]^3 = 350 \times 10^{-33}$$
$$[OH^-] = 7 \times 10^{-11}\ \text{M}$$



$$Fe(OH)_{3(S)} \rightleftharpoons Fe^{+3}_{(aq)} + 3OH^-_{(ag)}$$
$$K_{SP} = [Fe^{3+}][OH^-]^3$$
$$5 \times 10^{-38} = (0.001)[OH^-]^3$$
$$[OH^-]^3 = 50 \times 10^{-36}$$
$$[OH^-] = 3.7 \times 10^{-12}\ \text{M}$$

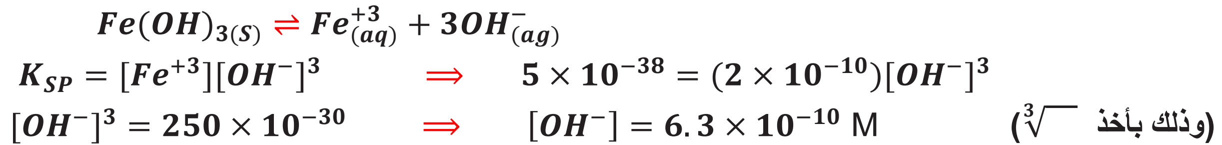
$Fe(OH)_3$ يترسب اولاً لان يحتاج تركيز اقل .

س7) ما هي اقل دالة حامضية (PH) لمحلول يحوي ايون الحديد (III) بتركيز يساوي 2×10^{-10} M ، والتي اذا تم الوصول اليها او تجاوزها يبدا بالظهور في المحلول ، علماً ان K_{SP} لهيدروكسيد الحديد (III) تساوي 5×10^{-38}

$(log1.6 = 0.2)$ $(\sqrt[3]{250} = 6.3)$ **(2 د/ 2014)**

ج/

1) نجد تركيز ايون OH^- :



$$Fe(OH)_{3(S)} \rightleftharpoons Fe^{+3}_{(aq)} + 3OH^-_{(ag)}$$

$$K_{SP} = [Fe^{+3}][OH^-]^3 \Rightarrow 5 \times 10^{-38} = (2 \times 10^{-10})[OH^-]^3$$

$$[OH^-]^3 = 250 \times 10^{-30} \Rightarrow [OH^-] = 6.3 \times 10^{-10} \text{ M}$$ (وذلك بأخذ $\sqrt[3]{}$)

2) نجد تركيز ايون H^+ :

$$[H^+] \times [OH^-] = 1 \times 10^{-14}$$

$$[H^+] \times 6.3 \times 10^{-10} = 1 \times 10^{-14}$$

$$[H^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{6.3 \times 10^{-10}} = 1.6 \times 10^{-5} \text{ M}$$

3) نجد PH:

$$PH = -log[H^+] = -log1.6 \times 10^{-5} = -log1.6 - log10^{-5}$$

$$PH = -0.2 + 5 = 4.8$$

وزاريات الذوبانية ج2

س8) ان تركيز ايون الكالسيوم $(M = 40g/mol)$ في بلازما الدم يساوي $0.1g/L$ فاذا كان تركيز ايون الاوكزالات فيه يساوي 1×10^{-7} M ، هل تتوقع ان تترسب اوكزالات الكالسيوم CaC_2O_4 $(PK_{sp} = 8.64)$ $(log2 = 0.36)$

(1 د/ 2013) **(1 د/ 2015 – خاص)**

ج/

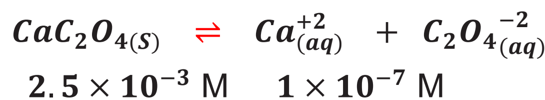
1) نجد التركيز المولاري(الذوبانية المولارية) لايون Ca^{+2} من الذوبانية الغرامية (g/L):

$$\text{الذوبانية المولارية } (mol/L) = \frac{\text{الذوبانية الغرامية } (g/L)}{M(g/mol)} = \frac{0.1\ (g/L)}{40\ (g/mol)} = 2.5 \times 10^{-3}\ mol/L$$

2) نجد K_{SP} من PK_{sp} :

$$K_{SP} = 10^{-PK_{sp}} = 10^{-8.64} = 10^{-8.64+9-9} = 10^{0.36} \times 10^{-9} = 2.3 \times 10^{-9}$$

3) نجد Q_{SP} (حاصل الاذابة):



$$CaC_2O_{4(S)} \rightleftharpoons Ca^{+2}_{(aq)} + C_2O^{-2}_{4(aq)}$$

2.5×10^{-3} M $\quad 1 \times 10^{-7}$ M

$$Q_{SP} = [Ca^{+2}][C_2O_4^{-2}] = (2.5 \times 10^{-3})(1 \times 10^{-7}) = 2.5 \times 10^{-10}$$

وبما ان $K_{SP} > Q_{SP}$ لذا فالتفاعل امامي نحو الذوبان اي لا يحصل ترسيب .

س9) محلول من نترات الفضة $AgNO_3$ تركيزه 0.01 M وحجمه $20ml$ اضيف الى $80ml$ من محلول 0.05 M كرومات البوتاسيوم (K_2CrO_4) بين هل تترسب كرومات الفضة ؟ علماً ان $K_{SP}(Ag_2CrO_4) = 1.1 \times 10^{-10}$

(1 د/ 2018) (2 د/ 2018 – خ ق) (3 د/ 2018)

ج/

1) نجد التراكيز المولارية لكلا المحلولين بعد المزج (M_2) من قانون التخفيف بعد ايجاد الحجم الكلي V_T :

$$V_T = 20ml + 80ml = 100ml$$

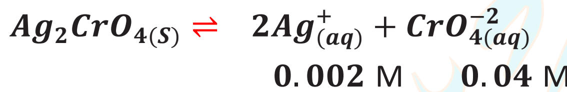
- مولارية $AgNO_3$:

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$0.01 \times 20ml = M_2 \times 100ml$$
$$M_2 = 0.002mol/L = [Ag^+]$$ (لانه قوي)

- مولارية (K_2CrO_4) :

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$0.05 \times 80ml = M_2 \times 100ml$$
$$M_2 = 0.04mol/L = [CrO_4^{2-}]$$ (لانه قوي)

2) نكتب المعادلة ثم نجد حاصل الذوبان Q_{SP} :



$$Ag_2CrO_{4(S)} \rightleftharpoons 2Ag^+_{(aq)} + CrO^{-2}_{4(aq)}$$

0.002 M 0.04 M

$$Q_{SP} = [Ag^+]^2[CrO_4^{-2}] = (0.002)^2 \times 0.04 = 1.6 \times 10^{-7}$$

3) نقارن Q_{SP} مع K_{SP} : بما ان $K_{SP} < Q_{SP}$

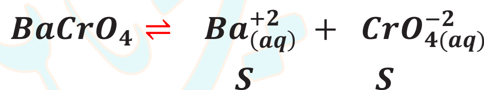
$1.1 \times 10^{-10} < 1.6 \times 10^{-7}$ اذن يحصل ترسيب (خلفي)

س10) محلول من كرومات البوتاسيوم (K_2CrO_4) تركيزه 0.01 M وحجمه $80ml$ اضيف الى $20ml$ من محلول 0.05 M كلوريد الباريوم $BaCl_2$ بين هل تترسب كرومات الباريوم $BaCrO_4$، علماً ان الذوبانية المولارية في المحلول المائي المشبع تساوي 1.2×10^{-5} M .

(2019 /1 د – خ ق)

ج/

1) نجد K_{SP} من الذوبانية المولارية في المحلول المائي المشبع:



$$BaCrO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + CrO^{-2}_{4(aq)}$$

S S

$$K_{SP} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}]$$

$$K_{SP} = S^2 = (1.2 \times 10^{-5})^2 = 1.44 \times 10^{-10}$$

2) نجد التراكيز المولارية لكلا المحلولين بعد المزج (M_2) من قانون التخفيف بعد ايجاد الحجم الكلي V_T :

$$V_T = 20ml + 80ml = 100ml$$

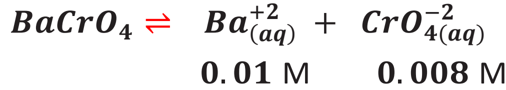
- مولارية $BaCl_2$:

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$0.05 \times 20ml = M_2 \times 100ml$$
$$M_2 = 0.01mol/L = [Ba^{+2}]$$ (لانه قوي)

- مولارية (K_2CrO_4) :

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$
$$0.01 \times 80ml = M_2 \times 100ml$$
$$M_2 = 0.008 mol/L = [CrO_4^{2-}]$$ (لانه قوي)

3) نكتب المعادلة ثم نجد حاصل الذوبان Q_{SP} :



$$BaCrO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + CrO^{-2}_{4(aq)}$$
0.01 M 0.008 M

$$Q_{SP} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}] = 0.01 \times 0.008 = 8 \times 10^{-5}$$

4) نقارن Q_{SP} مع K_{SP} :

بما ان $K_{SP} < Q_{SP}$

$1.1 \times 10^{-10} < 8 \times 10^{-5}$ اذن يحصل ترسيب (خلفي)

وزاريات الذوبانية ج3

س11) احسب الذوبانية المولارية (mol/L) لملح كبريتات الفضة Ag_2SO_4 و $PK_{SP} = 4.9$ في أ) الماء النقي (ب) محلول 0.15 M كبريتات البوتاسيوم K_2SO_4 . $log1.2 = 0.08$ ، $\sqrt[3]{3} = 1.4$ ، $\sqrt{0.2} = 0.44$ (ت / 2014)

ج/

1) نجد الذوبانية المولارية للملح (S) في الماء النقي:

$$K_{SP} = 10^{-PK_{sp}} = 10^{-4.92} = 10^{-4.92+5}{}^{-5}$$

$$K_{SP} = 10^{0.08} \times 10^{-5} = 1.2 \times 10^{-5}$$

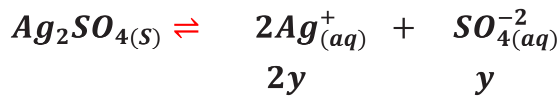


$$Ag_2SO_{4(S)} \rightleftharpoons 2Ag^+_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$
$2S$ S

$$K_{SP} = [Ag^+]^2][SO_4^{-2}] \Rightarrow 1.2 \times 10^{-5} = (2S)^2(S)$$

$$4S^3 = 1.2 \times 10^{-5} \Rightarrow S^3 = 3 \times 10^{-6}$$
$$S = \sqrt[3]{3 \times 10^{-6}} = 1.4 \times 10^{-2} mol/L$$

(ب) نجد الذوبانية في محلول الايون المشترك(y) :



$$Ag_2SO_{4(S)} \rightleftharpoons 2Ag^+_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$
$2y$ y



$$K_2SO_{4(aq)} \rightarrow 2K^+_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$

تراكيز ابتدائية	0.15	0	0
تراكيز نهائية	0	0.3	0.15

$$K_{SP} = [Ag^+]^2][SO_4^{-2}]$$ تهمل

$$1.2 \times 10^{-5} = (2y)^2(y + 0.15) \Rightarrow 4y^2 = \frac{1.2 \times 10^{-5}}{0.15}$$

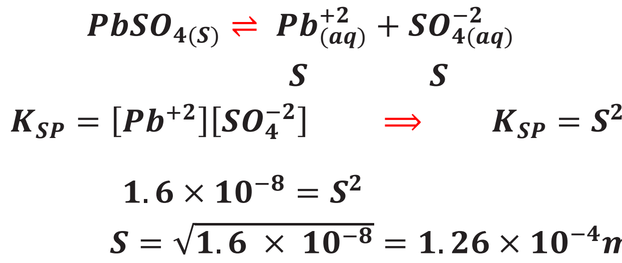
$$y^2 = 0.2 \times 10^{-4} \Rightarrow y = 0.44 \times 10^{-2} mol/L$$

س/12) ما هي الذوبانية المولارية في المحلول المشبع لملح كبريتات الرصاص $PbSO_4$ وما ذوبانيته بعد اضافة $2ml$ من 5 M من H_2SO_4 الى لتر من المحلول اذا علمت ان ثابت حاصل الذوبان لهذا الملح $K_{SP} = 1.6 \times 10^{-8}$ ، $\sqrt{1.6} = 1.26$

(3 د/ 2017) (1د/2016 اضافة $1ml$ من 10 M من ملح Na_2SO_4)

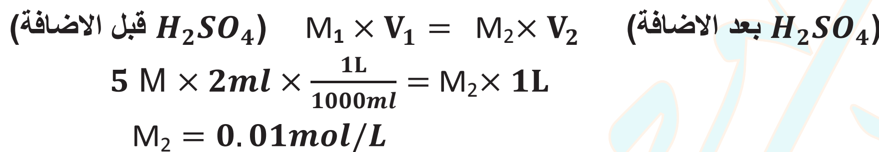
ج/

1) نجد الذوبانية S بالمحلول المشبع:

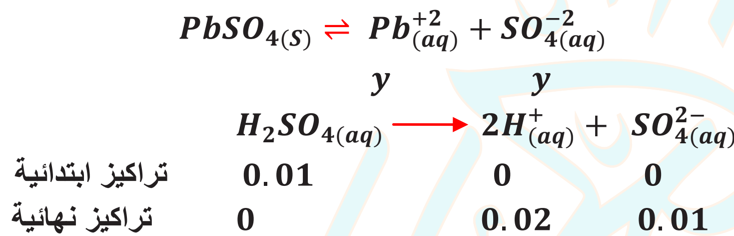


$$PbSO_{4(S)} \rightleftharpoons Pb^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$
$$S \qquad S$$
$$K_{SP} = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}] \quad \Rightarrow \quad K_{SP} = S^2$$
$$1.6 \times 10^{-8} = S^2$$
$$S = \sqrt{1.6 \times 10^{-8}} = 1.26 \times 10^{-4} mol/L$$

(ب) نجد الذوبانية في محلول الايون المشترك(y) :



$$(\text{قبل الاضافة } H_2SO_4) \quad M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \quad (\text{بعد الاضافة } H_2SO_4)$$
$$5\text{ M} \times 2ml \times \frac{1L}{1000ml} = M_2 \times 1L$$
$$M_2 = 0.01 mol/L$$



$$PbSO_{4(S)} \rightleftharpoons Pb^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$
$$y \qquad y$$
$$H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2H^+_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$

	$H_2SO_{4(aq)}$	$2H^+_{(aq)}$	$SO^{2-}_{4(aq)}$
تراكيز ابتدائية	0.01	0	0
تراكيز نهائية	0	0.02	0.01



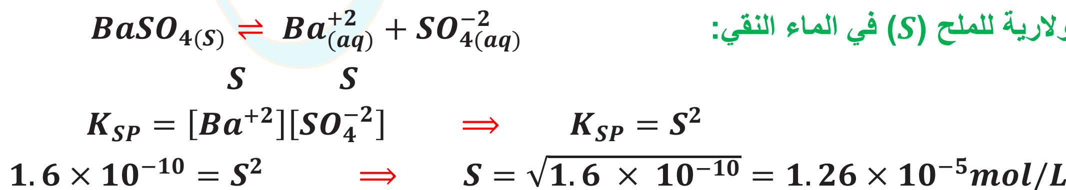
$$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$$
تهمل
$$1.6 \times 10^{-8} = (y)\ (y + 0.01) \quad \Rightarrow \quad y = 1.6 \times 10^{-6}$$

س/13) ما ذوبانية $BaSO_4$ في محلول مشبع منه علماً بأن $K_{SP} = 1.6 \times 10^{-10}$ ، وما ذوبانيته بعد اضافة $1ml$ من H_2SO_4 تركيزه 10 M الى لتر من المحلول المشبع منه. $\sqrt{1.6} = 1.26$

(2 د/ 2018) (1 د/ 2017) (ت / 2017)

ج/

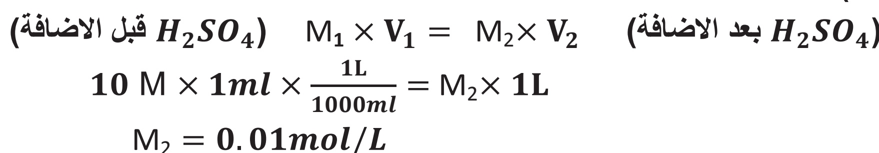
1) نجد الذوبانية المولارية للملح (S) في الماء النقي:



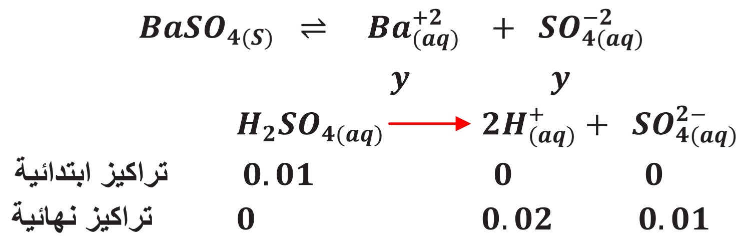
$$BaSO_{4(S)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$
$$S \qquad S$$
$$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}] \quad \Rightarrow \quad K_{SP} = S^2$$
$$1.6 \times 10^{-10} = S^2 \quad \Rightarrow \quad S = \sqrt{1.6 \times 10^{-10}} = 1.26 \times 10^{-5} mol/L$$

2) نجد ذوبانية الملح المولارية (y) بعد اضافة حامض H_2SO_4 وتكوين الايون المشترك وكالاتي :

نجد مولارية الحامض بعد الاضافة (M_2) من قانون التخفيف:



$$(\text{قبل الاضافة } H_2SO_4) \quad M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \quad (\text{بعد الاضافة } H_2SO_4)$$
$$10\text{ M} \times 1ml \times \frac{1L}{1000ml} = M_2 \times 1L$$
$$M_2 = 0.01 mol/L$$



$$BaSO_{4(S)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$
$$y \qquad y$$

$$H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2H^{+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$

تراكيز ابتدائية	0.01	0	0
تراكيز نهائية	0	0.02	0.01

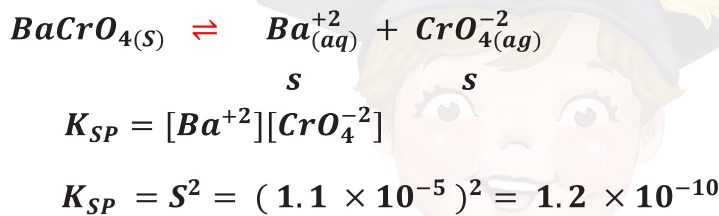
$$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}] \qquad \text{تهمل}$$
$$1.6 \times 10^{-10} = (y)\ (y + 0.01) \qquad \Longrightarrow \qquad y = 1.6 \times 10^{-8}$$

ـ نلاحظ انخفاض الذوبانية بوجود الايون المشترك بسبب ايون الكبريتات الذي يرجح التفاعل العكسي نحو الترسيب .

س/14) احسب K_{SP} لملح كرومات الباريوم $BaCrO_4$ اذا كانت الذوبانية لمحلوله المشبع $1.1 \times 10^{-5}\ mol/L$

(2017 /د 1 – موصل)

ج/ المطلوب هو ايجاد المولارية (y) للملح الشحيح بوجود الايون المشترك:



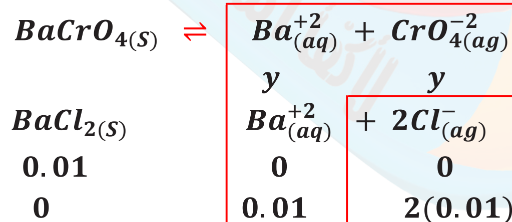
$$BaCrO_{4(S)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + CrO^{-2}_{4(ag)}$$
$$s \qquad s$$
$$K_{SP} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}]$$
$$K_{SP} = S^2 = (1.1 \times 10^{-5})^2 = 1.2 \times 10^{-10}$$

س/15) اذا علمت ان ذوبانية ملح كرومات الباريوم $BaCrO_4$ تساوي 1.2×10^{-8} M في محلول يكون فيه تركيز كلوريد الباريوم $BaCl_2$ يساوي 0.01 M ، احسب ذوبانيته في محلوله المائي المشبع ؟ $\sqrt{1.2} = 1.1$

(2017 /د 2)

ج/

1) نجد K_{SP} :



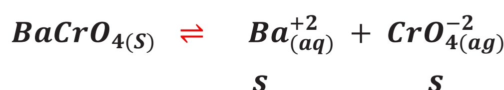
$$BaCrO_{4(S)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + CrO^{-2}_{4(ag)}$$
$$y \qquad y$$

$BaCl_{2(S)}$	$Ba^{+2}_{(aq)}$	$+ 2Cl^{-}_{(ag)}$
0.01	0	0
0	0.01	2(0.01)

$$K_{SP} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}] \qquad \text{تهمل}$$
$$K_{SP} = (y + 0.01)(y)$$
$$K_{SP} = (0.01)(1.2 \times 10^{-8})$$
$$K_{SP} = 1.2 \times 10^{-10}$$

2) نجد الذوبانية S بالمحلول المشبع:

$$BaCrO_{4(S)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + CrO^{-2}_{4(ag)}$$
$$s \qquad s$$
$$K_{SP} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}]$$



$$1.2 \times 10^{-10} = S^2 \qquad \Longrightarrow \qquad S = \sqrt{1.2 \times 10^{-10}} = 1.1 \times 10^{-5}\ mol/L$$

س16/ اذا علمت ان الذوبانية المولارية لكرومات الباريوم $(BaCrO_4)$ في محلوله المائـــي المشبع تساوي 1.2×10^{-5} M ما عدد مولات كرومات البوتاسيوم (K_2CrO_4) التي يجب اضافتها الى لتر من المحلول لجعل تركيز ايونات الباريوم 1.44×10^{-8} M ؟ (د2/2016 – المضاف $BaCl_2$) (د3 / 2014)

ج/

1) نجد K_{SP} من الذوبانية S بالمحلول المشبع:



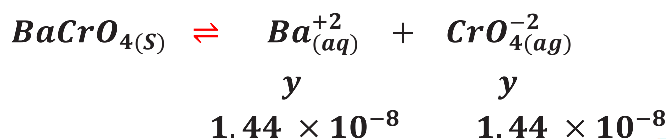
$$BaCrO_{4(S)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + CrO^{-2}_{4(ag)}$$

$$\quad s \qquad\qquad s$$

$$K_{SP} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}]$$

$$K_{SP} = S^2 = (1.2 \times 10^{-5})^2 = 1.44 \times 10^{-10}$$

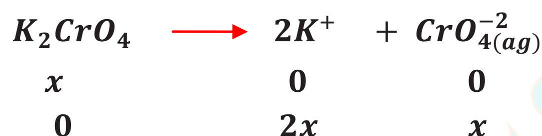
2) نجد مولات القوي المضاف:



$$BaCrO_{4(S)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + CrO^{-2}_{4(ag)}$$

$$y \qquad\qquad y$$

$$1.44 \times 10^{-8} \qquad 1.44 \times 10^{-8}$$



$$K_2CrO_4 \longrightarrow 2K^+ + CrO^{-2}_{4(ag)}$$

$$x \qquad 0 \qquad 0$$

$$0 \qquad 2x \qquad x$$

$$K_{SP} = [Ba^{+2}][CrO_4^{-2}]$$ تهمل

$$K_{SP} = (y)(y + x)$$

$$1.44 \times 10^{-10} = (1.44 \times 10^{-8})(x)$$

$$x = 0.01$$

وهو يمثل عدد مولات كرومات البوتاسيوم (K_2CrO_4) لان الحجم لتر واحد .

س17/ اذا كانت الذوبانية لـ AgI تساوي $0.00235\ g/L$ (كتلته المولية $235\ g/mol$) ، احسب تركيز ملح يوديد الصوديوم NaI الواجب اضافته لجعل الذوبانية المولارية تساوي $(1 \times 10^{-7}\ mol/l)$ (د3 / 2016)

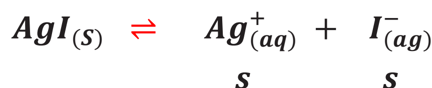
ج/

1) نجد الذوبانية المولارية S من الذوبانية الغرامية:

$$\text{الذوبانية المولارية } S(mol/L) = \frac{\text{الذوبانية الغرامية } (g/L)}{M(g/mol)}$$

$$S(mol/L) = \frac{0.00235\ g/L}{235\ g/mol} = 1 \times 10^{-5}\ mol/L$$

2) نجد K_{SP} من الذوبانية S:



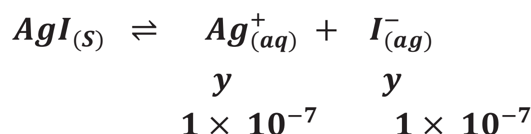
$$AgI_{(S)} \rightleftharpoons Ag^{+}_{(aq)} + I^{-}_{(ag)}$$

$$s \qquad\qquad s$$

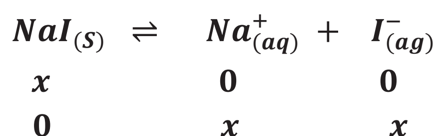
$$K_{SP} = [Ag^+][I^-]$$

$$K_{SP} = S^2 = (1 \times 10^{-5})^2 = 1 \times 10^{-10}$$

3) نجد تركيز القوي المضاف:



$$AgI_{(S)} \rightleftharpoons Ag^{+}_{(aq)} + I^{-}_{(ag)}$$
$$y \qquad y$$
$$1\times 10^{-7} \qquad 1\times 10^{-7}$$



$$NaI_{(S)} \rightleftharpoons Na^{+}_{(aq)} + I^{-}_{(ag)}$$
$$x \qquad 0 \qquad 0$$
$$0 \qquad x \qquad x$$

$$K_{SP} = [Ag^{+}][I^{-}]$$
$$K_{SP} = (y)(y+x)$$

$$1\times 10^{-10} = (1\times 10^{-7})(x)$$
$$x = 1\times 10^{-3}\ mol/l$$



س/18) ذوبانية $PbSO_4$ في محلوله المشبع 1×10^{-4} M ، كم مليلتر من حامض الكبريتيك بتركيز 10 M يجب اضافته الى لتر من المحلول لجعل ذوبانيته 10^{-6} M . (ت / 2015) (ق خ–1د/ 2018)

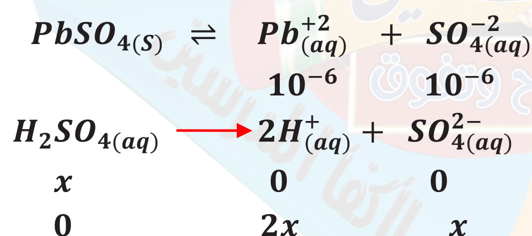
ج/

1) نجد K_{SP} من الذوبانية في المحلول المشبع:

$$BaCrO_4 \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$
$$S \qquad S$$
$$K_{SP} = [Ba^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$K_{SP} = S^2 = (1\times 10^{-4})^2 = 1\times 10^{-8}$$

2) نجد تركيز حامض الكبريتيك في محلول الايون المشترك:



$$PbSO_{4(S)} \rightleftharpoons Pb^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$
$$10^{-6} \qquad 10^{-6}$$
$$H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2H^{+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$
$$x \qquad 0 \qquad 0$$
$$0 \qquad 2x \qquad x$$

$$K_{SP} = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}]$$
$$1\times 10^{-8} = (10^{-6})\ (10^{-6} + x)$$
$$x = 10^{-2} = [SO_4^{-2}] = [H_2SO_4]$$

تهمل



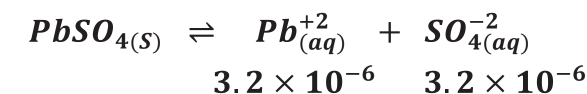
س/19) احسب (PH) لمحلول حامض الكبريتيك قبل وبعد اضافة $1ml$ منه الى لتر من محلول مشبع $PbSO_4$ لتتغير ذوبانية المحلول المشبع من 1.26×10^{-4} M الى 3.2×10^{-6} M ؟ (1 د/ 2019)

ج/

1) نجد K_{SP} من الذوبانية المولارية في المحلول المشبع:

$$PbSO_{4(S)} \rightleftharpoons Pb^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$
$$S \qquad S$$
$$K_{SP} = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}]$$
$$K_{SP} = S^2$$
$$K_{SP} = (1.26\times 10^{-4})^2 = 1.6\times 10^{-8}$$

2) نجد تركيز حامض الكبريتيك في محلول الايون المشترك:



$$PbSO_{4(S)} \rightleftharpoons Pb^{+2}_{(aq)} + SO^{-2}_{4(aq)}$$

$$\quad 3.2 \times 10^{-6} \quad 3.2 \times 10^{-6}$$



$$H_2SO_{4(aq)} \quad 2H^{+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$

$$x$$

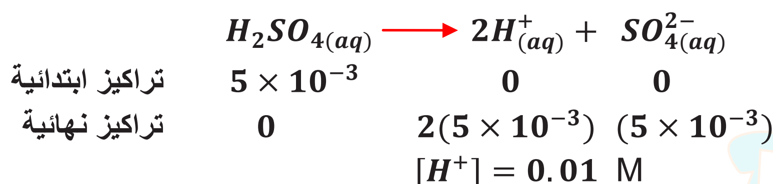
$$K_{SP} = [Pb^{+2}][SO_4^{-2}]$$

$$1.6 \times 10^{-8} = (3.2 \times 10^{-6})\ (3.2 \times 10^{-6} + x)$$

تهمل ← (3.2×10^{-6})

$$x = 5 \times 10^{-3} = [SO_4^{-2}] = [H_2SO_4]$$

3) نجد $[H^+]$ و PH :



$$H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2H^{+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)}$$

	$H_2SO_{4(aq)}$	$2H^{+}_{(aq)}$	$SO^{2-}_{4(aq)}$
تراكيز ابتدائية	5×10^{-3}	0	0
تراكيز نهائية	0	$2(5 \times 10^{-3})$	(5×10^{-3})

$$[H^+] = 0.01 \text{ M}$$

$$PH = -log[H^+] = -log10^{-2} = 2$$

وهو PH الحامض بعد الاضافة



س/20) ما هي الذوبانية المولارية لملح يودات الباريوم $Ba(IO_3)_2$ $(K_{SP} = 1.57 \times 10^{-9})$ (أ) في الماء النقي

(ب) في محلول يودات البوتاسيوم KIO_3 بتركيز $0.02 mol/L$ ثم قارن النتائج . $(\sqrt[3]{0.4} = 0.73)$ **(1 د/ 2015)**

ج/

(أ) الذوبانية في الماء النقي (المحلول المشبع):

$$Ba(IO_3)_{2(S)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + 2IO^{-}_{3(aq)}$$

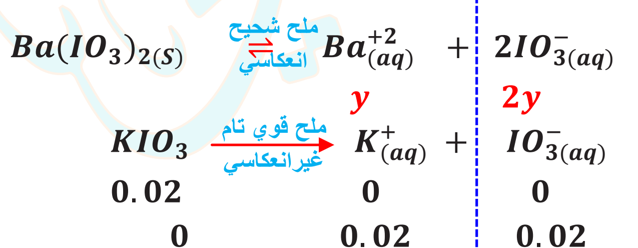
$$S \qquad 2S$$

$$K_{SP} = [Ba^{+2}][IO_3^-]^2 = (S)(2S)^2 = 4S^3$$

$$1.57 \times 10^{-9} = 4S^3 \Rightarrow S^3 = 0.4 \times 10^{-9}$$

$$S = \sqrt[3]{0.4 \times 10^{-9}} = 7.3 \times 10^{-4}\, mol/L$$

(ب) الذوبانية بوجود الايون المشترك:



$$Ba(IO_3)_{2(S)} \rightleftharpoons Ba^{+2}_{(aq)} + 2IO^{-}_{3(aq)}$$

$$y \qquad 2y$$

$$KIO_3 \longrightarrow K^{+}_{(aq)} + IO^{-}_{3(aq)}$$

KIO_3	$K^{+}_{(aq)}$	$IO^{-}_{3(aq)}$
0.02	0	0
0	0.02	0.02

$$K_{SP} = [Ba^{+2}][IO_3^-]^2$$

تهمل لانها صغيرة جداً ← ($2y$)

$$1.57 \times 10^{-9} = (y)(2y + 0.02)^2$$

$$1.57 \times 10^{-9} = (y)(0.02)^2$$

$$y = \frac{1.57 \times 10^{-9}}{4 \times 10^{-4}} = 3.9 \times 10^{-6}\, mol/L$$



المقارنة:

نلاحظ ان الذوبانية في الماء المقطر اكبر بكثير من الذوبانية بوجود الايون المشترك ، والسبب لان الايون المشترك يرجح التفاعل العكسي نحو الترسيب فتقل الذوبانية ، ويمكن حساب نسبة كلا الذوبانيتين كالاتي:

$$\frac{\text{الذوبانية المولارية في الماء النقي (S)}}{\text{الذوبانية المولارية بوجود الايونالمشترك (y)}} = \frac{7.3 \times 10^{-4}}{3.9 \times 10^{-6}} = 187$$

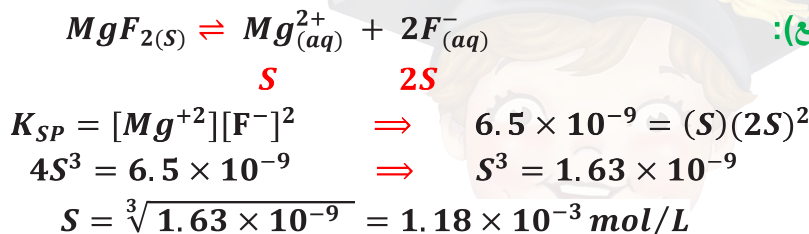
اي قلت الذوبانية بمقدار 187 مرة بوجود الايون المشترك عن الذوبانية في الماء النقي .

س/20) قيمة ثابت حاصل الاذابة لملح فلوريد المغنيسيوم MgF_2 تساوي $K_{SP} = 6.5 \times 10^{-9}$ (أ) احسب الذوبانية المولارية لهذا الملح في الماء النقي (ب) احسب الذوبانية المولارية لهذا الملح في محلول فلوريد الصوديوم NaF (الكتروليت قوي) تركيزه $0.1 mol/L$ ، ثم قارن بين النتيجتين . $\sqrt[3]{1.63} = 1.18$

(2014 /د2–خاص) (2016 /د1–خ ق) (2017 /د 2)

ج/

(أ) الذوبانية في الماء النقي(المحلول المشبع):



$$MgF_{2(S)} \rightleftharpoons Mg^{2+}_{(aq)} + 2F^{-}_{(aq)}$$

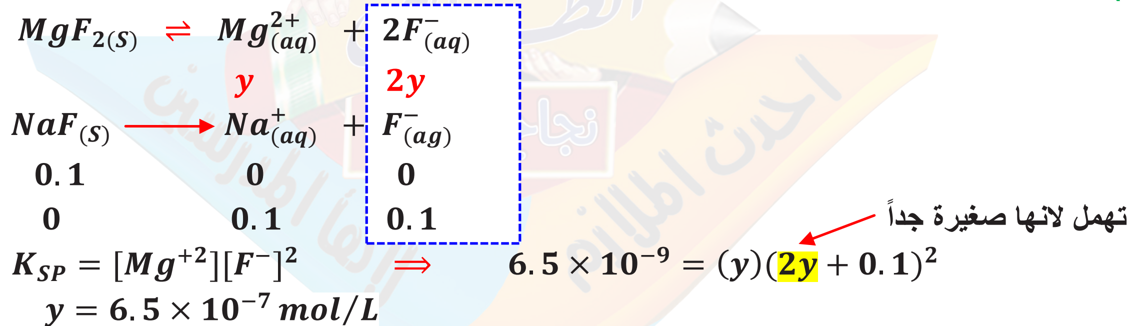
$S \qquad 2S$

$$K_{SP} = [Mg^{+2}][F^{-}]^2 \Rightarrow 6.5 \times 10^{-9} = (S)(2S)^2$$

$$4S^3 = 6.5 \times 10^{-9} \Rightarrow S^3 = 1.63 \times 10^{-9}$$

$$S = \sqrt[3]{1.63 \times 10^{-9}} = 1.18 \times 10^{-3}\ mol/L$$

(ب) الذوبانية بوجود الايون المشترك:



$$MgF_{2(S)} \rightleftharpoons Mg^{2+}_{(aq)} + 2F^{-}_{(aq)}$$

$y \qquad 2y$

$$NaF_{(S)} \longrightarrow Na^{+}_{(aq)} + F^{-}_{(ag)}$$

0.1	0	0
0	0.1	0.1

تهمل لانها صغيرة جداً

$$K_{SP} = [Mg^{+2}][F^{-}]^2 \Rightarrow 6.5 \times 10^{-9} = (y)(2y + 0.1)^2$$

$$y = 6.5 \times 10^{-7}\ mol/L$$

المقارنة:

نلاحظ ان الذوبانية في الماء المقطر اكبر بكثير من الذوبانية بوجود الايون المشترك ، والسبب لان الايون المشترك يرجح التفاعل العكسي نحو الترسيب فتقل الذوبانية ، ويمكن حساب نسبة كلا الذوبانيتين كالاتي:

$$\frac{\text{الذوبانية المولارية في الماء النقي (S)}}{\text{الذوبانية المولارية بوجود الايونالمشترك (y)}} = \frac{1.18 \times 10^{-3}}{6.5 \times 10^{-7}} = 1810$$

وزاريات الذوبانية ج4

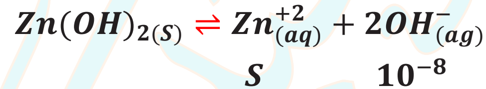
س/21) احسب ذوبانية هيدروكسيد الخارصين في محلول ثبتت حامضيته عند: (أ) $PH = 6$ و (ب) $PH = 9$ اذا علمت ان $(K_{SP}(Zn(OH)_2) = 1.2 \times 10^{-17})$ ، ثم ناقش النتائج .

(2019 / ت) (2017 د1 – خ ق) (2013 د2) (2013 د1 – خ ق)

ج/

أ) $PH = 6$:

$$PH + POH = 14$$
$$POH = 14 - 6 = 8$$
$$[OH^-] = 10^{-POH} = 10^{-8}\ mol/L$$

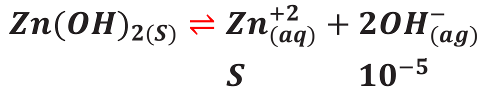


$$Zn(OH)_{2(S)} \rightleftharpoons Zn^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(ag)}$$
$$S \qquad 10^{-8}$$

$$K_{SP} = [Zn^{+2}][OH^-]^2$$
$$1.2 \times 10^{-17} = S\,(10^{-8})^2$$
$$S = 0.12\ \text{M}$$

ب) $PH = 9$:

$$PH + POH = 14$$
$$POH = 14 - 9 = 5$$
$$[OH^-] = 10^{-POH} = 10^{-5}\ mol/L$$



$$Zn(OH)_{2(S)} \rightleftharpoons Zn^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(ag)}$$
$$S \qquad 10^{-5}$$

$$K_{SP} = [Zn^{+2}][OH^-]^2$$
$$1.2 \times 10^{-17} = S\,(10^{-5})^2$$
$$S = 1.2 \times 10^{-7}\ \text{M}$$

المناقشة:

نلاحظ ان الذوبانية في الوسط الحامضي $PH = 6$ هي اكبر من الذوبانية في الوسط القاعدي $PH = 9$ بسبب وجود الايون المشترك OH^- الذي يرجح التفاعل العكسي نحو الترسيب فيقلل الذوبانية مقارنة بالوسط الحامضي .

س/22) احسب الذوبانية المولارية لهيدروكسيد المغنيسيوم $(K_{SP} = 1.8 \times 10^{-11})$ في محلول مائي ثبتت درجة حموضته عند $(PH = 10.5)$. $(log 3.2 = 0.5)$

(2013 د3)

ج/

1) نجد $[H^+]$ من PH:

$$[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-10.5} = 10^{-10.5+11-11}$$
$$= 10^{0.5} \times 10^{-11} = 3.2 \times 10^{-11}\ \text{M}$$

2) نجد $[OH^-]$:

$$[H^+] \times [OH^-] = 1 \times 10^{-14} \Rightarrow [OH^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{3.2 \times 10^{-11}} = 3.1 \times 10^{-4}$$

3) نجد الذوبانية S :

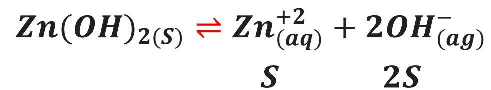
$$Mg(OH)_{2(S)} \rightleftharpoons Mg^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(ag)}$$
$$S \qquad 3.1 \times 10^{-4}$$
$$K_{SP} = [Mg^{+2}][OH^-]^2 \Rightarrow 1.8 \times 10^{-11} = S\,(3.1 \times 10^{-4})^2$$
$$S = \frac{1.8 \times 10^{-11}}{9.61 \times 10^{-8}} = 1.9 \times 10^{-4}\ mol/L$$

س/23) محلول مشبع من $Mg(OH)_2$ حجمه لتر ومحلول اخر مشبع من $Zn(OH)_2$ حجمه لتر ايضاً . ما عدد مولات $NaOH$ الواجب اضافتها الى احد المحلولين لتصبح ذوبانية المحلولين متساوية علماً بأن:

$K_{SP}Zn(OH)_2 = 1.2 \times 10^{-17}$ ، $K_{SP}Mg(OH)_2 = 1.8 \times 10^{-11}$ (2019 د 2)

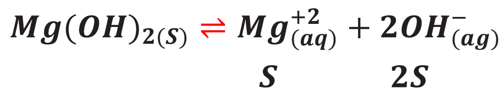
ج/

1) نجد الذوبانية المولارية S لكلا المحلولين في محلولهما المشبع من K_{SP}:



$$Zn(OH)_{2(S)} \rightleftharpoons Zn^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(ag)}$$
$$S \qquad 2S$$

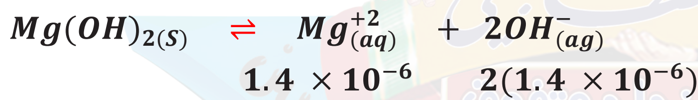
$$K_{SP} = [Zn^{+2}][OH^-]^2$$
$$K_{SP} = 4S^3$$
$$1.2 \times 10^{-17} = 4S^3$$
$$S^3 = 3 \times 10^{-18}$$
$$S = 1.4 \times 10^{-6} \text{ M}$$



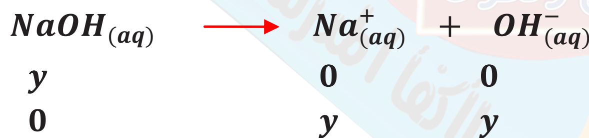
$$Mg(OH)_{2(S)} \rightleftharpoons Mg^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(ag)}$$
$$S \qquad 2S$$

$$K_{SP} = [Mg^{+2}][OH^-]^2$$
$$K_{SP} = 4S^3$$
$$1.8 \times 10^{-11} = 4S^3$$
$$S^3 = 4.5 \times 10^{-12}$$
$$S = 1.65 \times 10^{-4} \text{ M}$$

2) بما ان اضافة $NaOH$ تعمل على تقليل الذوبانية لتكوينها الايون المشرك OH^- ، لذلك فيجب ان تضاف القاعدة للملح الاكثر ذوبانية لكي تقل حتى تتساوى مع الملح الاقل ذوبانية ، اي تضاف القاعدة لملح $Mg(OH)_2$ (لانه الاكبر ذوبانية) حتى تقل وتتساوى مع ذوبانية $Zn(OH)_2$ ، اي تقل من 1.6×10^{-4} M الى 1.4×10^{-6} M ، وكالاتي:



$$Mg(OH)_{2(S)} \rightleftharpoons Mg^{+2}_{(aq)} + 2OH^-_{(ag)}$$
$$1.4 \times 10^{-6} \qquad 2(1.4 \times 10^{-6})$$



$$NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$
$$y \qquad 0 \qquad 0$$
$$0 \qquad y \qquad y$$

$$K_{SP} = [Mg^{+2}][OH^-]^2$$

تهمل

$$1.8 \times 10^{-11} = (1.4 \times 10^{-6})\,(2.8 \times 10^{-6} + y)^2$$

$$y^2 = \frac{1.8 \times 10^{-11}}{1.4 \times 10^{-6}} = 1.28 \times 10^{-5}$$

$$y^2 = 12.8 \times 10^{-6} \Rightarrow y = 3.5 \times 10^{-3} \text{ M} \Rightarrow y = 0.0035\ mol$$



الفصل الرابع – الكيمياء الكهربائية

التعاريف

1) الخلايا الكلفانية او الفولتائية: (ت / 2014)
وهي تلك الخلايا التي تتحول فيها الطاقة الكيميائية الى طاقة كهربائية من خلال تفاعل كيميائي يجري تلقائياً (اي ΔG سالبة) لتوليد تيار كهربائي مثال خلية دانيال .

2) الجسر الملحي: (2 د/ 2013) (3 د/ 2017) (1 د/ 2017 – خ ق) (ت / 2019)
وهو عبارة عن انبوب زجاجي على شكل حرف U مقلوب يحتوي على محلول الكتروليتي لايتغير كيميائياً اثناء العملية يُثبت بداخل الانبوب بمادة الاكار (وهي مادة صمغية) ومن المحاليل الالكتروليتية المستعملة لملئ الجسر الملحي هي KCl ، KNO_3 ، K_2SO_4 .

3) جهد القطب: (1 د/ 2013 – خ ق)
هو فرق الجهد الحاصل بين لوح العنصر ومحلول ايوناته .

4) خلايا الطلاء الكهربائي: (1 د/ 2013 – خ ق) (2 د/ 2014 – خ ق)
الطلاء الكهربائي هو عملية يستخدم فيها التحليل الكهربائي لطلاء فلز معين بطبقة رقيقة من فلز اخر .

5) قانون فاراداي الاول : (1 د/ 2016 – خ ق) (1 د/ 2018 – خ ق)
تتناسب كتلة اي مادة تترسب على الكاثود او تذوب من الانود او تتحرر كغازات عند هذه الاقطاب مع كمية الكهربائية التي تمر خلال الخلية الكهربائية تناسباً طردياً .

التعاليل

1) استخدام عنصر البلاتين Pt في صناعة الاقطاب الغازية .
ج/ لانه مادة خاملة لاتعاني تأكسداً ولا اختزالاً تحت الظروف التي يستخدم بها . (3 د/ 2014) (ت / 2016) (2 د/ 2017) (2 د/ 2018) (1 د/ 2016 – خ ق) (1 و 2 د/ 2017 – خ ق)

2) اختيار قطب الهيدروجين القياسي كقطب مرجع .
ج/ لانه عنصر نشاطه الكيميائي متوسط بين العناصر فيمكن استخدامه كقطب انود او كاثود . (1 د/ 2015) (2 د/ 2016) (2 د/ 2017 – خ ق) (1 د/ 2018)

3) عند ضرب طرفي معادلات الاقطاب بعدد معين ، فان قيمة جهد القطب القياسي تبقى ثابتة لاتتغير .
ج/ وذلك لان الجهد من الخواص المركزة والتي لا تعتمد على كمية المادة المشتركة في التفاعل انما يعتمد على التركيز المولاري للايونات . (1 د/ 2014 – خاص)

4) لماذا يجب ان يكون جهد الخلية الكلفانية موجباً ؟ (1 د/ 2017 – خ ق)
ج// لان الخلايا الكلفانية تكون تفاعلات اقطابها تلقائية ، حيث عندما يكون $E^o_{cell} = +$ ، فأن $\Delta G^o = -$ ، وحسب العلاقة الاتية: $\Delta G^o = -nFE^o_{cell}$



اسئلة متفرقـــة

س/1) ما هي اهمية الجسر الملحي في الخلايا الكلفانية ؟ (2018 د 3)

ج/ 1) ايصال الدائرة الكهربائية 2) نقل الايونات الايونات السالبة الى الانود والايونات الموجبة الى الكاثود .

س/2) ما هي اهمية قطب الهيدروجين القياسي (SHE) ؟ (2016 د 2 – خ ق)

ج/ يستخدم لقياس جهود اقطاب العناصر الاخرى ويعتبر قطب مرجع ويمكن استخدامه انوداً او كاثوداً .

س/3) ما هي اهمية البلاتين Pt في صناعة قطب الهيدروجين ؟ (2015 د 2) (2019 د 2)

ج/ 1) سلك Pt : توفير وسيلة لحدوث توصيل كهربائي مع الدائرة الكهربائية .

2) قطعة البلاتين الخشنة المغطاة بالبلاتين الاسود: توفير سطح للقطب يمكن تفكك جزيئات الهيدروجين عليه .

س/4) ما الفرق بين الخلية الكلفانية (مثل خلية دانيال) وخلايا التحليل الكهربائي ؟ (2013 د 2) (2015 د 1 – خاص) (2016 د 1)

ج/

No	الخلية الكلفانية	خلية التحليل الكهربائي
1	تستخدم التفاعل الكيميائي للحصول طاقة كهربائية	تستخدم الطاقة الكهربائية لحدوث التفاعل الكيميائي
2	تكون تلقائية التفاعل اي ΔG سالبة(-)	تكون غير تلقائية التفاعل اي ΔG موجبة (+)
3	تكون منتجة للتيار الكهربائي	تكون مستهلكة للتيار الكهربائي
4	يستخدم فيها جسر ملحي	لا يستخدم فيها جسر ملحي
5	مثال خلية دانيال	مثال: خلايا الطلاء الكهربائي وخلية تحليل $(NaCl)$ و H_2O

س/5) ما هي مكونات خلية الطلاء . (2015 د 3) (2016 د 3)

ج/

1) الانود: يتكون من النقي المراد الطلاء به مثال فلز الذهب Au وفلز الفضة Ag .

2) الكاثود: يتكون من المادة او السطح المراد طلاؤه مثال ملعقة طعام او خاتم .

3) محلول الخلية: يكون حاوياً على احد املاح الفلز المراد الطلاء به .

س/6) ما هي شروط الطلاء الجيد (2013 / ت) (2014 د 1) (2014 د 2) (2016 د 3) (2017 د 1) (2019 د 1)

ج/ 1) شدة التيار الكهربائي المستخدم يجب ان تكون ضعيفة 2) تركيز ايونات الفلز المراد الطلاء به تكون قليلة .

س/7) اكتب معادلة التفاعل العام لبطارية الخزن الرصاصية . (2018 د 1 – خ ق)

ج/



$$Pb_{(S)} + PbO_{2(S)} + 2H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2PbSO_{4(S)} + 2H_2O$$

س/8) اكتب التفاعل العام للخلية الجافة . (2019 د 1 – خ ق)

ج/



$$Zn_{(S)} + 2MnO_{2(S)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow Zn(OH)_{2(S)} + 2MnO(OH)_{(S)}$$

س/8) كيف يمكن اعادة شحن البطارية ؟ (2015 د 1 – خ ق) (2017 د 1 – خ ق)

ج/ امرار تيار كهربائي خارجي (اعادة شحن) لعكس تفاعل الخلية فتصبح البطارية مجموعة خلايا الكتروليتية حيث يتفكك راسب $PbSO_4$ من على القطبين ويستعيد الحامض تركيزه (كثافته) .

س/9) ما هي مواصفات الخلية الجافة ، عددها . (2013 د 3) (2017 د 2 – موصل)

ج/ 1) تعطي جهد مقداره $1.48V$ 2) غير قابلة للشحن 3) تستخدم في اجهزة الراديو والحاسوب .

وزاريات جهد الخلية ونيرنست

س/1) هل يمكن حفظ محلول ملح الطعام في اناء من النحاس علماً ان جهود الاختزال القياسية (ت / 2014) (2 د/ 2015)

$E^o_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34\ V$ ، $E^o_{Na^+/Na} = -2.70\ V$ (2 د/ 2017 – خ ق) (2 د/ 2019)

ج/ يمكن الحفظ عندما لا يحصل تفاعل بين الاناء (النحاس) والمحلول (ايون Na^+) اي عندما يكون الجهد له قيمة سالبة :



$Cu_{(S)} \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ $\quad E^o_{anode} = -0.34\ V$



$2Na^+ + 2e^- \longrightarrow 2Na$ $\quad E^o_{cathode} = -2.70\ V$



$Cu_{(S)} + 2Na^+ \longrightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2Na$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = -0.34 + (-2.70) = -3.04V$$

∴ يمكن الحفظ لان الجهد له قيمة سالبة اي التفاعل غير تلقائي .

س/2) هل يمكن حفظ محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ في اناء من النيكل ام لايمكن ذلك ؟ بين ذلك مع ذكر السبب ؟ علماً ان جهود الاختزال القياسية $E^o_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34\ V$ و $E^o_{Ni^{2+}/Ni} = -0.24\ V$. (2017 د/ 1 – موصل)

ج/ الانود هو اناء النيكل والكاثود هو محلول كبريتات النحاس :



$Ni_{(S)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ $\quad E^o_{anode} = +0.24\ V$



$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(S)}$ $\quad E^o_{cathode} = +0.34\ V$



$Ni_{(S)} + Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + Cu_{(S)}$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = +0.24 + 0.34 = +0.58V$$

بما التفاعل تلقائي لذا لا يمكن الحفظ .

س/3) هل يمكن حفظ محلول نترات الكوبلت $Co(NO_3)_2$ في اناء مصنوع من الخارصين ام النحاس ؟ مع بيان السبب اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية كالاتي: $(E^o_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34\ V)$ و $(E^o_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76\ V)$ و $(E^o_{Co^{2+}/Co} = -0.28\ V)$

(2013 د/ 1)

ج/

1) في اناء الخارصين:



$Zn_{(S)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + 2e^-$ $\quad E^o_{anode} = +0.76V$



$Co^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Co_{(S)}$ $\quad E^o_{cathode} = -0.28\ V$



$Zn_{(S)} + Co^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Zn^{+2}_{(aq)} + Co_{(S)}$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = +0.76 - 0.34 = +0.48V$$

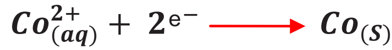
بما التفاعل تلقائي لذا لا يمكن الحفظ في اناء الخارصين .



2) في اناء النحاس:



$Cu_{(S)} \rightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ $E^o_{anode} = -0.34\ V$



$Co^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Co_{(S)}$ $E^o_{cathode} = -0.28\ V$



$Cu_{(S)} + Co^{2+}_{(aq)} \rightarrow Cu^{2+}_{(aq)} + Co_{(S)}$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = -0.34 - 0.28 = -0.72V$$

يمكن الحفظ في اناء النحاس .

س/4) هل يمكن حفظ محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$ في اناء من الالمنيوم ام لايمكن ذلك ؟ بين ذلك مع ذكر السبب ؟ علماً ان جهود الاختزال القياسية $E^o_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34\ V$ و $E^o_{Al^{3+}/Al} = -1.66V$.

(3 د/ 2014)

ج/



$2Al_{(S)} \rightarrow 2Al^{+3}_{(aq)} + 6e^-$ $E^o_{anode} = +1.66\ V$



$3Cu^{2+}_{(aq)} + 6e^- \rightarrow 3Cu_{(S)}$ $E^o_{cathode} = +0.34\ V$



$2Al_{(S)} + 3Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow 2Al^{+3}_{(aq)} + 3Cu_{(S)}$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = +1.66 + 0.34 = +2V$$

لا يمكن الحفظ لان التفاعل تلقائي .

س/5) هل يمكن حفظ محلول كبريتات الخارصين $ZnSO_4$ في اناء من النيكل ام لايمكن ذلك ؟ بين ذلك مع ذكر السبب ؟ علماً ان جهود الاختزال القياسية $E^o_{Ni^{2+}/Ni} = -0.25\ V$ و $E^o_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76V$.

(3 د/ 2016)

ج/ الانود هو اناء النيكل والكاثود هو محلول كبريتات الخارصين :



$Ni_{(S)} \rightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ $E^o_{anode} = +0.25\ V$



$Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Zn_{(S)}$ $E^o_{cathode} = -0.76\ V$



$Ni_{(S)} + Zn^{2+}_{(aq)} \rightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + Zn_{(S)}$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = +0.25 - 0.76 = -0.51V$$

بما التفاعل غير تلقائي لذا يمكن الحفظ .

س/6) بين هل يتحرر غاز الهيدروجين مع الالمنيوم ام لا . اذا علمت ان $E^o_{Al^{3+}/Al} = -1.66\ V$ ولماذا ؟

(1 د/ 2018)

ج/ لكي يتحرر الهيدروجين يجب ان يكون كاثوداً ، ويجب ان يكون جهد الخلية موجباً (+) :



$2Al_{(S)} \rightarrow 2Al^{+3}_{(aq)} + 6e^-$ $E^o_{anode} = +1.66\ V$



$6H^+_{(aq)} + 6e^- \rightarrow 3H_{2(g)}$ $E^o_{cathode} = 0.0V$



$2Al_{(S)} + 6H^+_{(aq)} \rightarrow 2Al^{+3}_{(aq)} + 3H_{2(g)}$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{Cathode} = +1.66 + 0.0 = +1.66\ V$$

∴ *الالمنيوم يحرر غاز الهيدروجين لان التفاعل تلقائي* (قيمة الجهد موجبة) .

س/7) احسب التغير في طاقة كبس الحرة القياسية لتفاعل الخلية القياسي الاتية عند درجة حرارة $25C^o$: **(2016 د/ 3)**

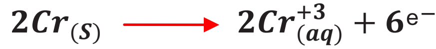


$$3Hg_{2(aq)}^{+2} + 2Cr_{(S)} \longrightarrow 6Hg_{(l)} + 2Cr_{(aq)}^{+3}$$

اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية $E^o_{Hg_2^{2+}/Hg} = +0.85V$ و $E^o_{Cr^{3+}/Cr} = -0.74V$

ج/

1) نجد E^o_{cell} : (من جهود الاختزال القياسية)



$$2Cr_{(S)} \longrightarrow 2Cr_{(aq)}^{+3} + 6e^- \qquad E^o_{anode} = 0.74\,V$$



$$3Hg_{2(aq)}^{+2} + 6e^- \longrightarrow 6Hg_{(l)} \qquad E^o_{cathode} = +0.85V$$



$$3Hg_{2(aq)}^{+2} + 2Cr_{(S)} \longrightarrow 6Hg_{(l)} + 2Cr_{(aq)}^{+3}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = +0.74 + 0.85 = +1.59\,V$$

2) نجد ΔG^o : (من خلال علاقتها مع E^o_{cell})

$$\Delta G^o = -nFE^o_{cell}$$

$$\Delta G^o = -6 \times 96500 \times 1.59 = -179490\,J/mol$$

س/8) هل بأمكان محلول HCl اذابة فلز الفضة الموجود في محلول يحتوي على ايون الفضة Ag^+ بتركيز (1 M) للخلية التالية ، علماً بأن جهد الاختزال القياسي للفضة $E^o_{Ag^+/Ag} = 0.80V$ (يقصد بذوبان الفلز في المحلول هي حدوث التفاعل بشكل تلقائي) .



$$Ag \mid Ag^+\,(1\,M) \parallel H^+\,(1\,M) \mid H_2(1\,atm) \mid Pt$$

(2014 د/ 2 – خاص)

ج/

نكتب تفاعلي الانود والكاثود (الانصاف) من التعبير ثم نجد E^o_{cell} فاذا كانت موجبة فالتفاعل تلقائي ويحصل ذوبان ، واذا كانت سالبة فالتفاعل غير تلقائي ولايحصل ذوبان .



$$2Ag_{(S)} \longrightarrow 2Ag_{(aq)}^{+} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = -0.80V$$



$$2H_{(aq)}^{+} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)} \qquad E^o_{cathode} = 0.0V$$



$$2Ag_{(S)} + 2H_{(aq)}^{+} \longrightarrow 2Ag_{(aq)}^{+} + H_{2(g)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = -0.80 + 0.0 = -0.80\,V$$

بما قيمة جهد الخلية سالبة لذا فالتفاعل غير تلقائي ولا يحصل ذوبان ، اي الحامض لا يذيب فلز الفضة .

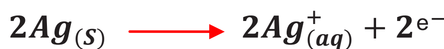
س/9) التفاعل العام لخلية كلفانية هو الاتي: **(2019 د/ 3)**



$$Cl_{2(g)} + 2Ag_{(S)} \longrightarrow 2Cl_{(aq)}^{-} + 2Ag_{(aq)}^{+}$$

عبر عن الخلية كتابة ً عند الظروف القياسية ثم بين تفاعلي التأكسد والاختزال .

ج/

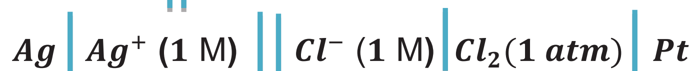


تفاعل التأكسد عند الانود $\quad 2Ag_{(S)} \longrightarrow 2Ag_{(aq)}^{+} + 2e^-$



تفاعل الاختزال عند الكاثود $\quad Cl_{2(g)} + 2e^- \longrightarrow 2Cl_{(aq)}^{-}$

التعبير عن الخلية هو $\qquad$ تفاعل الكاثود $\parallel$ تفاعل الانود



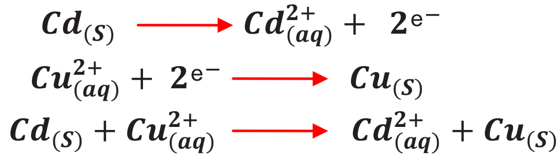
$$Ag \mid Ag^+\,(1\,M) \parallel Cl^-\,(1\,M) \mid Cl_2(1\,atm) \mid Pt$$

س/10) خلية كلفانية تفاعلها العام في درجة $25C^o$ ، وجهدها القياسي يساوي ($+0.74$ V) ،
احسب التغيرفي الطاقة الحرة: $Cu^{2+}_{(aq)}(0.01\ M) + Cd_{(S)} \longrightarrow Cu_{(S)} + Cd^{2+}_{(aq)}(0.1\ M)$

(ت / 2017) (2013 د 2 – التكميلي – ثم عبر عنها كتابة)
(2019 د 3) (2017 د 3 – موصل) (2017 د 1 – موصل)

ج/

1) نحسب E_{cell} من معادلة نيرنست:



الانود $Cd_{(S)} \longrightarrow Cd^{2+}_{(aq)} + 2e^-$

الكاثود $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(S)}$

التفاعل العام $Cd_{(S)} + Cu^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Cd^{2+}_{(aq)} + Cu_{(S)}$

$$E_{cell} = E^o_{cell} - \frac{0.026}{n} ln \frac{[Cd^{2+}]}{[Cu^{2+}]}$$
$$E_{cell} = 0.74 - \frac{0.026}{2} ln \frac{0.1}{0.01}$$
$$E_{cell} = 0.74 - 0.013\ ln10$$
$$E_{cell} = 0.74 - 0.013 \times 2.3$$
$$E_{cell} = 0.74 - 0.03 = +0.71V$$

2) نجد ΔG من E_{cell} :

$$\Delta G = -nFE_{cell}$$
$$\Delta G = -2 \times 96500 \times 0.71 = -137030\ J/mol$$

التعبير:



$Cd / Cd^{2+}\ (0.2\ M) // Cu^{+2}(0.1\ M) / Cu$

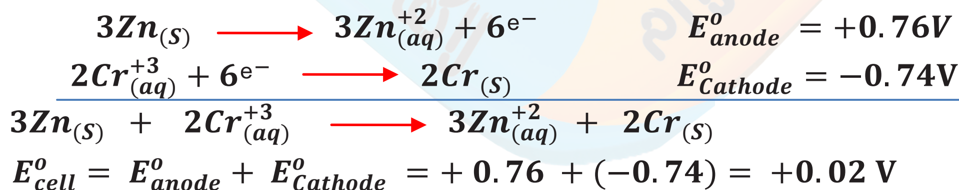
س/11) احسب E^o_{cell} و E_{cell} و ΔG للتفاعل الاتي: $3Zn_{(S)} + 2Cr^{+3}_{(aq)} \longrightarrow 3Zn^{+2}_{(aq)} + 2Cr_{(S)}$

اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية : $E^o_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76$ V و $E^o_{Cr^{3+}/Cr} = -0.74$ V

$[Zn^{2+}] = 0.001$ M و $[Cr^{3+}] = 0.01$ M (2016 د 1)

ج/

1) نجد E^o_{cell} :



$3Zn_{(S)} \longrightarrow 3Zn^{+2}_{(aq)} + 6e^-$ $\quad E^o_{anode} = +0.76V$

$2Cr^{+3}_{(aq)} + 6e^- \longrightarrow 2Cr_{(S)}$ $\quad E^o_{Cathode} = -0.74V$

$3Zn_{(S)} + 2Cr^{+3}_{(aq)} \longrightarrow 3Zn^{+2}_{(aq)} + 2Cr_{(S)}$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{Cathode} = +0.76 + (-0.74) = +0.02\ V$$

2) نحسب E_{cell} من نيرنست:

$$E_{cell} = E^o_{cell} - \frac{0.026}{n} ln \frac{[Zn^{2+}]^3}{[Cr^{3+}]^2}$$
$$E_{cell} = 0.02 - \frac{0.026}{6} ln \frac{[0.001]^3}{[0.01]^2}$$
$$E_{cell} = 0.02 - \frac{0.026}{6} ln10^{-5}$$
$$E_{cell} = 0.02 + \frac{0.026}{6} \times 5 \times 2.3$$
$$E_{cell} = 0.02 + 0.05 = +0.07V$$

3) نجد ΔG من E_{cell} :

$$\Delta G = -nF\ E_{cell} = -6 \times 96500 \times 0.07 = -40530\ J/mol$$

س/12) احسب جهد الخلية E_{cell} عند درجة الحرارة $25C^o$ للخلية التي تفاعلها العام :



$$2Ag^{+}_{(aq)} + Cu_{(S)} \longrightarrow 2Ag_{(S)} + cu^{+2}_{(aq)}$$

اذا علمت ان تراكيز الايونات $[Cu^{+2}] = 0.01$ M و $[Ag^{+}] = 0.01$ M

و جهود الاختزال القياسية : $E^o_{Cu^{2+}/Cu} = +0.34V$ و $E^o_{Ag^{+}/Ag} = +0.80V$

(خ ق – 1 د/ 2013)

ج/

1) نجد E^o_{cell} :



$$Cu_{(S)} \longrightarrow Cu^{+2}_{(aq)} + 2e^{-} \qquad E^o_{anode} = -0.34V$$



$$2Ag^{+}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow 2Ag_{(S)} \qquad E^o_{cathode} = +0.80V$$



$$2Ag^{+}_{(aq)} + Cu_{(S)} \longrightarrow 2Ag_{(S)} + cu^{+2}_{(aq)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = -0.34 + 0.80 = +0.46\ V$$

2) نجد E_{cell} من معادلة نيرنست:

$$E_{cell} = E^o_{cell} - \frac{0.026}{n}\ ln\frac{[Cu^{2+}]}{[Ag^{+}]^2}$$

$$E_{cell} = 0.46 - \frac{0.026}{2}\ ln\frac{(0.01)}{(0.01)^2}$$

$$E_{cell} = 0.46 - \frac{0.026}{2}\ ln10^2$$

$$E_{cell} = 0.46 - \frac{0.026}{2} \times 2ln10$$

$$E_{cell} = 0.46 - 0.026 \times 2.3$$

$$E_{cell} = 0.46 - 0.0598 = +0.40V$$

س/13) احسب E^o_{cell} و E_{cell} و ΔG للخلية الاتية: (ت / 2016) (خ ق – 1 د/ 2016)



$Mg \,|\, Mg^{2+}$ (0.05 M) $\|$ Sn^{+2}(0.04 M) $|\, Sn$ اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية:

$E^o_{Sn^{2+}/Sn} = -0.14V$ و $E^o_{Mg^{2+}/Mg} = -2.37V$ $(log1.25 = 0.1)$

(خ ق – 1 د/ 2017) (خ ق – 2 د/ 2017) (خ ق – 2 د/ 2018)

ج/

1) نجد E^o_{cell} : نحدد الانود والكاثود من التعبير عن الخلية :



$$Mg_{(S)} \longrightarrow Mg^{+2}_{(aq)} + 2e^{-} \qquad E^o_{anode} = +2.37V$$



$$Sn^{+2}_{(aq)} + 2e^{-} \longrightarrow Sn_{(S)} \qquad E^o_{cathode} = -0.14V$$



$$Mg_{(S)} + Sn^{+2}_{(aq)} \longrightarrow Mg^{+2}_{(aq)} + Sn_{(S)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{Cathode} = 2.37 + (-0.14) = 2.23V$$

2) نحسب E_{cell} من نيرنست:

$$E_{cell} = E^o_{cell} - \frac{0.026}{n}\ ln\frac{[Mg^{+2}]}{[Sn^{+2}]}$$

$$E_{cell} = 2.23 - \frac{0.026}{2}\ ln\frac{0.05}{0.04}$$

$$E_{cell} = 2.23 - 0.013\ ln\frac{5}{4}$$

$$E_{cell} = 2.23 - 0.013\ ln1.25$$

$$E_{cell} = 2.23 - 0.013 \times 2.3log\ 1.25$$

$$E_{cell} = 2.23 - 0.03 \times 0.1$$

$$E_{cell} = 2.230 - 0.003 = 2.227V$$

3) نجد ΔG:

$$\Delta G = -nFE_{cell} = -2 \times 96500 \times 2.227 = -429811\ J$$

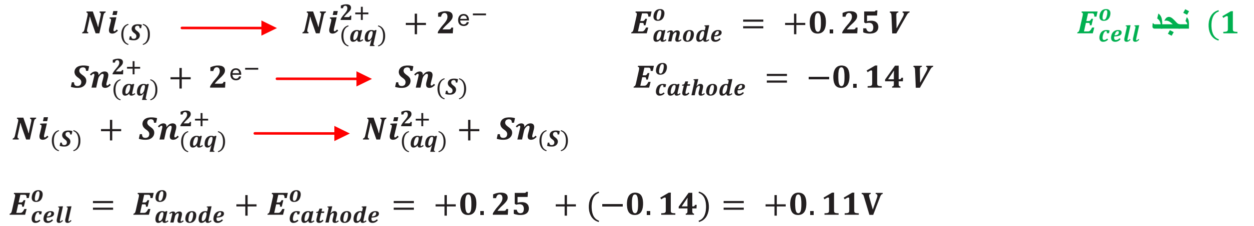


س/14) خلية فولتائية في درجة $25C^o$ تفاعلها العام : $Sn^{2+}_{(aq)} + Ni_{(S)} \longrightarrow Sn_{(S)} + Ni^{2+}_{(aq)}$ اذا علمت ان جهد الخلية غير القياسي يساوي $(0.17V)$ ، احسب تركيز ايونات النيكل Ni^{2+} ، علماً ان قطب القصدير في ظروفه القياسية وجهود الاختزال $E^o_{Sn^{2+}/Sn} = -0.14\ V$ و $E^o_{Ni^{2+}/Ni} = -0.25\ V$.

(2017 د 2 – موصل) (2018 د 2)

ج/

1) نجد E^o_{cell}



$$Ni_{(S)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = +0.25\ V$$
$$Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Sn_{(S)} \qquad E^o_{cathode} = -0.14\ V$$
$$Ni_{(S)} + Sn^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + Sn_{(S)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = +0.25 + (-0.14) = +0.11V$$

2) نجد تركيز Ni^{2+} من نيرنست:

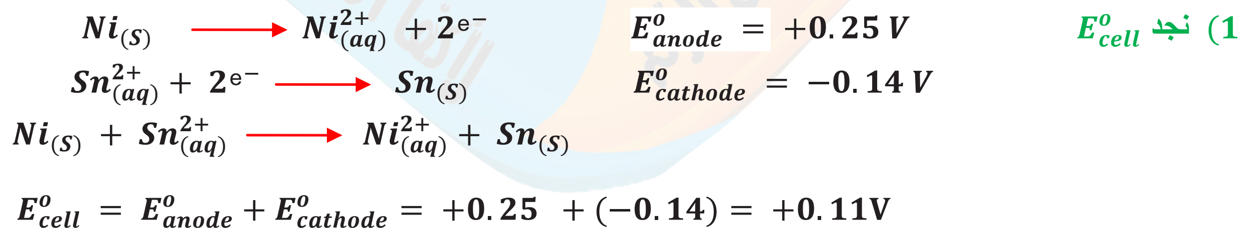
$$E_{cell} = E^o_{cell} - \frac{0.026}{n} ln \frac{[Ni^{2+}]}{[Sn^{2+}]}$$
$$0.17 = 0.11 - \frac{0.026}{2} ln \frac{[Ni^{2+}]}{1}$$
$$0.06 = -0.013\ ln[Ni^{2+}]$$
$$ln[Ni^{2+}] = -\frac{0.060}{0.013}$$
$$ln[Ni^{2+}] = -4.6$$
$$\because \quad \ln 10^{-2} = 4.6$$
$$\therefore \quad ln[Ni^{2+}] = ln 10^{-2}$$
$$[Ni^{2+}] = 0.01\ \text{M}$$

س/15) خلية فولتائية في درجة $25C^o$ تفاعلها العام : $Sn^{2+}_{(aq)} + Ni_{(S)} \longrightarrow Sn_{(S)} + Ni^{2+}_{(aq)}$ ، احسب التغير بالطاقة الحرة علماً ان قطب القصدير في ظروفه القياسية وتركيز ايونات النيكل Ni^{2+} يساوي 0.01 M ، وجهود الاختزال $E^o_{Sn^{2+}/Sn} = -0.14\ V$ و $E^o_{Ni^{2+}/Ni} = -0.25\ V$.

(2015 د 1)

ج/

1) نجد E^o_{cell}



$$Ni_{(S)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = +0.25\ V$$
$$Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Sn_{(S)} \qquad E^o_{cathode} = -0.14\ V$$
$$Ni_{(S)} + Sn^{2+}_{(aq)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + Sn_{(S)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = +0.25 + (-0.14) = +0.11V$$

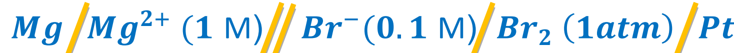
2) نحسب E_{cell} من نيرنست:

$$E_{cell} = E^o_{cell} - \frac{0.026}{n} ln \frac{[Ni^{2+}]}{[Sn^{2+}]}$$
$$E_{cell} = 0.11 - \frac{0.026}{2} ln \frac{0.01}{1}$$
$$E_{cell} = 0.11 - 0.013\ ln 10^{-2}$$
$$E_{cell} = 0.11 - 0.013 \times (-4.6)$$
$$E_{cell} = 0.11 + 0.06$$
$$E_{cell} = 0.17$$

3) نجد ΔG:

$$\Delta G = -nFE_{cell} = -2 \times 96500 \times 0.17 = -32810\ J$$

س/16) احسب التغير في الطاقة الحرة لتفاعل الخلية التالي في درجة $25C^o$:



$Mg / Mg^{2+}\ (1\ M) // Br^-(0.1\ M) / Br_2\ (1atm) / Pt$

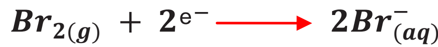
اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية $E^o_{Mg^{2+}/Mg} = -2.37\ V$ و $E^o_{Br_2/Br^-} = +1.07V$

ج/ (3 د/ 2018)

1) نجد E^o_{cell} :



$Mg_{(S)} \longrightarrow Mg^{2+}_{(aq)} + 2e^-$ $\quad E^o_{anode} = +2.37\ V$



$Br_{2(g)} + 2e^- \longrightarrow 2Br^-_{(aq)}$ $\quad E^o_{cathode} = +1.07V$



$Mg_{(S)} + Br_{2(g)} \longrightarrow Mg^{2+}_{(aq)} + 2Br^-_{(aq)}$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = +2.37 + 1.04 = +3.44V$$

2) نحسب E_{cell} من معادلة نيرنست:

$$E_{cell} = E^o_{cell} - \frac{0.026}{n} \ ln[Mg^{2+}][Br^-]^2$$
$$E_{cell} = 3.44 - \frac{0.026}{2} \ ln\ 1 \times (0.1)^2$$
$$E_{cell} = 3.44 - 0.013 \times ln10^{-2}$$
$$E_{cell} = 3.44 - 0.013 \times (-4.6)$$
$$E_{cell} = 3.44 + 0.06 = 3.50\ V$$

3) نجد ΔG من E_{cell} :

$$\Delta G = -nFE_{cell} = -2 \times 96500 \times 3.50 = -675500\ J/mol$$



س/17) ما مقدار التغير في الطاقة الحرة للخلية التالية في درجة $25C^o$ علماً ان $K_{eq} = 2.3 \times 10^4$ وان التفاعل العام لهذه الخلية: $2H^+_{(aq)}\ (1\ M) + Pb_{(S)} \longrightarrow H_{2(g)} + Pb^{2+}_{(aq)}(0.01\ M)$ $\quad (log2.3 = 0.36)$

ج/ (2 د/ 2017)

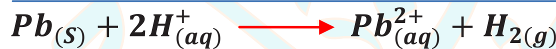
1) نجد E^o_{cell} من K_{eq} :



الانود: $Pb_{(S)} \longrightarrow Pb^{+2}_{(aq)} + 2e^-$



الكاثود: $2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)}$



التفاعل العام: $Pb_{(S)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow Pb^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)}$

$$E^o_{cell} = \frac{0.026}{n} lnK_{eq}$$
$$E^o_{cell} = \frac{0.026}{2} \ ln2.3 \times 10^4$$
$$E^o_{cell} = 0.013 \times 2.3(\ log2.3 + log\ 10^4)$$
$$E^o_{cell} = 0.03(0.36 + 4\ ) = 0.13V$$

2) نجد E_{cell} من معادلة نيرنست:

$$E_{cell} = E^o_{cell} - \frac{0.026}{n} \ ln \frac{[Pb^{2+}]}{[H^+]^2}$$
$$E_{cell} = 0.13 - \frac{0.026}{2} \ ln \frac{0.01}{1}$$
$$E_{cell} = 0.13 - \frac{0.026}{2} \ ln10^{-2}$$
$$E_{cell} = 0.13 + 2\ \frac{0.026}{2} \times 2.3$$
$$E_{cell} = 0.1300 + 0.0598 = 0.1898\ V$$

3) نجد ΔG من E_{cell} :

$$\Delta G = -nFE_{cell} = -2 \times 96500 \times 0.1898 \ -36631 J/mol$$



س/18) خلية كلفانية في درجة $25C^o$ احد قطبيها هو الهيدروجين وبضغط 1atm من غاز الهيدروجين والاخر قطب النيكل تركيز ايوناته فيه (0.01 M) ، احسب الاس الهيدروجيني (PH) لمحلول قطب الهيدروجين اذا علمت ان مقدار الطاقة الحرة لتفاعل الخلية $-48.25\ KJ/mol$ ، وان جهد اختزال قطب النيكل القياسي -0.25 V ؟

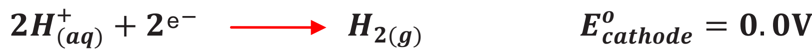
(2015 /د 1 – خاص) (2018 /ت) (2018 /د 1) (2019 /د 1 – خ ق)

ج/

1) الانود هو النيكل لانه الاقل والهيدروجين هو الكاثود لانه الاكبر قيمة لجهد الاختزال :



$$Ni_{(S)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = +0.25\ V$$



$$2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)} \qquad E^o_{cathode} = 0.0V$$



$$Ni_{(S)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = 0.25 + 0.0 = +0.25V$$

2)

$$\Delta G\ J/mol = -48.25\ KJ/mol \times \frac{1000J}{1KJ} = -48250\ J/mol$$

3)

$$\Delta G = -nFE_{cell}$$

$$-48250 = -2 \times 96500 \times E_{cell}$$

$$E_{cell} = 0.25\ V$$

4)

$$E_{cell} = E^o_{cell} - \frac{0.026}{n}\ ln\frac{[Ni^{2+}]}{[H^+]^2}$$

$$0.25 = 0.25 - \frac{0.026}{2}\ ln\frac{0.01}{[H^+]^2}$$

$$0 = -0.013\ ln\frac{0.01}{[H^+]^2}$$

$$ln\frac{0.01}{[H^+]^2} = 0 \qquad \because \quad ln1 = 0$$

$$\therefore \quad ln\frac{0.01}{[H^+]^2} = ln1 \quad \Rightarrow \quad \frac{0.01}{[H^+]^2} = 1$$

$$[H^+]^2 = 0.01 \quad \Rightarrow \quad [H^+] = 0.1\ M$$

5)

$$PH = -log[H^+] = -log\ 10^{-1} = 1$$

س/19) خلية كلفانية في درجة $25C^o$ احد قطبيها هو الهيدروجين وبضغط 1atm من غاز الهيدروجين والاخر قطب النيكل تركيز ايوناته فيه (0.01 M) ، احسب مقدارالتغير بالطاقة الحرة علماً ان $PH = 1$ لمحلول قطب الهيدروجين، وان جهد اختزال قطب النيكل القياسي -0.25 V ؟

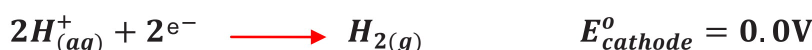
$(PH = 2$ –1د/2017) (ت / 2019)

ج/

1) الانود هو النيكل لانه الاقل والهيدروجين هو الكاثود لانه الاكبر قيمة لجهد الاختزال :



$$Ni_{(S)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = +0.25\ V$$



$$2H^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow H_{2(g)} \qquad E^o_{cathode} = 0.0V$$



$$Ni_{(S)} + 2H^+_{(aq)} \longrightarrow Ni^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = 0.25 + 0.0 = +0.25V$$

2)

$$[H^+] = 10^{-PH} = 10^{-1}\ M$$

3)

$$E_{cell} = E^o_{cell} - \frac{0.026}{n}\ ln\frac{[Ni^{2+}]}{[H^+]^2}$$
$$E_{cell} = 0.25 - \frac{0.026}{2}\ ln\frac{0.01}{[0.1]^2}$$
$$E_{cell} = 0.25 - \frac{0.026}{2}\ ln\frac{0.01}{0.01}$$
$$\because \quad ln1 = 0$$
$$\therefore \quad E_{cell} = 0.25$$

4)

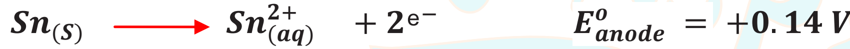
$$\Delta G = -nFE_{cell}$$
$$\Delta G = -2 \times 96500 \times 0.25$$
$$\Delta G = -48250\ J/mol$$

س/20) اذا علمت ان جهد الخلية الاتية: $Sn / Sn^{2+}(?\ M) // Ag^+(1\ M) / Ag$ عند درجة $25C^o$ يساوي 0.9992 فولت . جد تركيز ايونات القصدير (Sn^{2+}) في محلول القطب علماً ان قطب الفضة في ظروفه القياسية وجهود الاختزال القياسية $E^o_{Sn^{2+}/Sn} = -0.14\ V$ و $E^o_{Ag^+/Ag} = +0.80\ V$.

(2019 د 2)

ج/

1) نجد E^o_{cell}



$$Sn_{(S)} \longrightarrow Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = +0.14\ V$$



$$2Ag^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow 2Ag_{(S)} \qquad E^o_{cathode} = +0.80\ V$$



$$Sn_{(S)} + 2Ag^+_{(aq)} \longrightarrow Sn^{2+}_{(aq)} + 2Ag_{(S)}$$

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = 0.14 + 0.80 = +0.94\ V$$

2) نجد تركيز ايون القصدير Sn^{2+} من نيرنست:

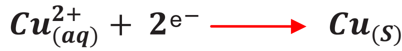
$$E_{cell} = E^o_{cell} - \frac{0.026}{n}\ ln\frac{[Sn^{2+}]}{[Ag^+]^2}$$
$$0.9992 = 0.94 - \frac{0.026}{2}\ ln\frac{[Sn^{2+}]}{(1)^2}$$
$$0.9992 - 0.9400 = -0.013\ ln[Sn^{2+}]$$
$$0.0592 = -0.013\ ln[Sn^{2+}]$$
$$ln[Sn^{2+}] = -\frac{0.0592}{0.0130}$$
$$ln[Sn^{2+}] = -4.6$$
$$\because \quad ln\ 10^{-2} = -4.6$$
$$\therefore \quad ln[Sn^{2+}] = ln\ 10^{-2}$$
$$[Sn^{2+}] = 0.01\ M$$

س/21) خفف محلول قطب الكاثود لخلية دانيال القياسي بالماء المقطر فأنخفض جهد القطب بمقدار $0.0592\ V$ عن جهده القياسي . احسب تركيز ايونات القطب حينئذ .

(2019 د 1)

ج/

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(S)}$$



$$E_{Cu} = E^o_{Cu} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{1}{[Cu^{2+}]}$$

$$E_{Cu} - E^o_{Cu} = -\frac{0.026}{n} \ln \frac{1}{[Cu^{2+}]}$$

$$-0.0592 = -0.013 \ln \frac{1}{[Cu^{2+}]}$$

$$\ln \frac{1}{[Cu^{2+}]} = \frac{-0.0592}{-0.013}$$

$$\ln \frac{1}{[Cu^{2+}]} = 4.6$$

$$\because \ \ln 10^2 = 4.6$$

$$\therefore \ \ln \frac{1}{[Cu^{2+}]} = \ln 10^2$$

$$\frac{1}{[Cu^{2+}]} = 10^2 \quad \Rightarrow \quad [Cu^{2+}] = 0.01 \text{ M}$$

س/22) اذا علمت ان جهود الاختزال القياسية لـ $E^o_{Zn^{2+}/Zn} = -0.76$ V و $E^o_{Ag^+/Ag} = 0.8$ V اجب عن ما يأتي:

1) ماذا نتوقع اذا عملت خلية فولتائية تحتوي على لوحي من الخارصين والفضة في محاليل من الكتروليتاتهم تركيز كل منهما 1 M ، اي من اللوحين تقل كتلته وأيَّ منه سوف تزداد كتلته ولماذا ؟

2) ما قيمة الطاقة الحرة لخلية فولتائية متكونة من قطب الخارصين القياسي وقطب الفضة في محلول ايونات الفضة تركيزه 0.1 M . (2016 د2)

ج/

1) الخارصين الانود والفضة هو الكاثود :

$$Zn_{(S)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^- \qquad E^o_{anode} = +0.76\ V$$



$$2Ag^+_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow 2Ag_{(S)} \qquad E^o_{cathode} = +0.80\ V$$



$$Zn_{(S)} + 2Ag^+_{(aq)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2Ag_{(S)}$$



$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode} = 0.76 + 0.80 = +1.56\ V$$

لوح الخارصين (الانود) تقل كتلته لانه ذوبان و لوح الفضة (الكاثود) تزداد كتلته لانه ترسيب .

2)

$$E_{cell} = E^o_{cell} - \frac{0.026}{n} \ln \frac{[Zn^{2+}]}{[Ag^+]^2}$$

$$E_{cell} = 1.56 - \frac{0.026}{2} \ln \frac{1}{(0.1)^2}$$

$$E_{cell} = 1.56 - \frac{0.026}{2} \ln 10^2$$

$$E_{cell} = 1.56 - 0.026 \times 2.3$$

$$E_{cell} = 1.56 - 0.0598 = 1.5\ V$$

$$\Delta G = -nFE_{cell} = -2 \times 96500 \times 1.5 = -289500\ J/mol$$

س23/ للخلية الاتية: $Al / Al^{3+}\ (1\ M) // Cd^{+2} (1\ M) / Cd$ اذا علمت ان جهد الخلية القياسي يساوي $(1.26\ V)$ وجهد الاختزال القياسي للكادميوم يساوي $E^o_{Cd^{2+}/Cd} = -0.40\ V$. احسب جهد الاختزال القياسي للالمنيوم ؟

(2 د/ 2014)

ج/

الالمنيوم هو الانود والكادميوم هو الكاثود كما في التعبير اعلاه:

$$E^o_{cell} = E^o_{anode} + E^o_{cathode}$$
$$1.26 = E^o_{anode} + (-0.40)$$
$$E^o_{anode} = 1.26 + 0.40$$
$$E^o_{anode} = +1.66V$$

وهو جهد التأكسد للالمنيوم ، امـــــا جهد الاختزال له فيساوي جهد التأكسد ولكن بعكس الاشارة اي $(-1.66V)$

وزاريات فاراداي

س1/ ما هو التيار بالامبير (A) اللازم لترسيب $(5g)$ من الذهب في ساعة واحدة على سطح الكاثود من محلول يحتوي على ملح للذهب حالة التأكسد للذهب فيه $(+3)$ الكتلة الذرية للذهب 197 ؟

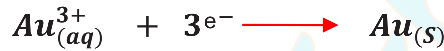
(1 د/ 2016)

ج/

1) نجد عدد مولات الذهب المترسبة:

$$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)}$$
$$n(mol) = \frac{5(g)}{197(g/mol)} \Rightarrow n(mol) = 0.025g$$

2) نجد $Q(mol.e^-)$:



$$Au^{3+}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Au_{(S)}$$
$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times ne^-$$
$$Q(mol.e^-) = 0.025mol \times 3e^- = 0.075\ mol.e^-$$

3) نحول الزمن الى الثانية:

$$t(S) = t(hr) \times \frac{3600(S)}{1(hr)}$$
$$t(S) = 1\ hr \times \frac{3600(S)}{1(hr)} = 3600\ S$$

4) نجد التيار $I(A)$:

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$
$$0.075\ mol.e^- = \frac{I(A) \times 3600(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$
$$I(A) = 2.01\ A$$

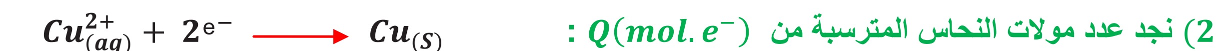
س2/ امرر تيار كهربائي شدته $10A$ خلال $965\ S$ في خلية تحليل كهربائي تحتوي على كبريتات النحاس ما هو وزن النحاس المترسب وعدد ذراته علماً ان الكتلة الذرية للنحاس $= 63$ ؟

(ت / 2014) (1 د/ 2015) (ت / 2018) (2 د/ 2018)

ج/

1) نجد $Q(mol.e^-)$:

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$
$$Q(mol.e^-) = \frac{10 \times 965}{96500(C/mol.e^-)}$$
$$Q(mol.e^-) = 0.1\ mol.e^-$$



2) نجد عدد مولات النحاس المترسبة من : $Q(mol.e^-)$

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(S)}$$

$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times n e^-$$

$$0.1\,mol.e^- = n(mol) \times 2e^- \Rightarrow n(mol) = 0.05\,mol$$

3) نجد وزن النحاس المترسب:

$$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)}$$

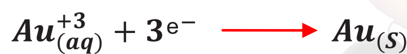
$$0.05\,mol = \frac{m(g)}{63(g/mol)} \Rightarrow m(g) = 3.15g$$

4) نجد عدد ذرات النحاس المترسبة:

$$n(mol) = \frac{\text{عدد الذرات المترسبة}}{N_A \text{ عدد افوغادرو}} \Rightarrow 0.05\ mol = \frac{\text{عدد الذرات المترسبة}}{6.023 \times 10^{23}}$$

$$\text{عدد الذرات المترسبة} = 3 \times 10^{22} atoms$$

س/3) ما هي شدة التيار الذي يجب امراره في محلول كلوريد الذهب $AuCl_3$ لمدة $200\ S$ ليرسب $3g$ من الذهب عند الكاثود ، الكتلة الذرية للذهب 197 .



(2013 / د 2 – التكميلي) (2017 / د 2)

ج/

1) نجد عدد مولات الذهب المترسبة على الكاثود :

$$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{3g}{197(g/mol)} = 0.015\,mol$$

2) نجد $Q(mol.e^-)$:

$$Au^{+3}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Au_{(S)}$$

$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times n e^- = 0.015\,mol \times 3e^- = 0.045\,mol.e^-$$

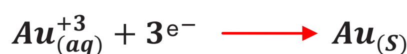
3) نجد التيار $I(A)$:

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$

$$0.045\,mol.e^- = \frac{I(A) \times 200(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$

$$I(A) = 21.7\,A$$

س/4) ما هي شدة التيار الذي يجب امراره في محلول كلوريد الذهب $AuCl_3$ لمدة نصف ساعة ليرسب $8g$ من الذهب عند الكاثود ، الكتلة الذرية للذهب 197 .



(2018 / د 1 – خ ق)

ج/

1) نجد عدد مولات الذهب المترسبة على الكاثود :

$$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{8g}{197(g/mol)} = 0.04\,mol$$

2) نجد $Q(mol.e^-)$:

$$Au^{+3}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Au_{(S)}$$

$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times n e^- = 0.04\,mol \times 3e^- = 0.12\,mol.e^-$$

3) نجد التيار $I(A)$:

$$t(S) = 0.5(hr) \times \frac{3600\,S}{1\,(hr)} = 1800\,S$$

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$

$$0.12\ mol.e^- = \frac{I(A) \times 1800(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$

$$I(A) = 6.4\ A$$

س/5) ما هي شدة التيار الذي يجب امراره في محلول كلوريد الذهب $AuCl_3$ لمدة $180\ S$ ليرسب $2g$ من الذهب عند الكاثود ؟ الكتلة الذرية للذهب 197 .

(3 د/ 2014)

ج/

1) نجد عدد مولات الذهب المترسبة على الكاثود :

$$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)} = \frac{2g}{197(g/mol)} = 0.01\ mol$$

2) نجد $Q(mol.e^-)$:



$$Au^{+3}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Au_{(S)}$$

$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times n_{e^-} = 0.01\ mol \times 3e^- = 0.03\ mol.e^-$$

3) نجد التيار $I(A)$:

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$

$$0.03\ mol.e^- = \frac{I(A) \times 180(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$

$$I(A) = 16\ A$$

س/6) التفاعل نصف الخلية الاتي: $Mg^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Mg_{(S)}$ احسب عدد غرامات المغنيسيوم التي يمكن انتاجها من فلز المغنيسيوم عند امرار تيار شدته $25\ A$ لفترة ساعة واحدة ($1\ hr$) ، علماً ان الكتلة الذرية للمغيسيوم تساوي 24 ، ما هي عدد ذرات المغيسيوم المترسبة عند الكاثود تحت نفس الظروف .

(ت / 2015)

ج/

1) نحول الزمن الى وحدة الثانية (S):

$$t(S) = t(hr) \times \frac{3600\ S}{1\ (hr)} = 1(hr) \times \frac{3600\ S}{1\ (hr)} = 3600\ S$$

2) نجد : $Q(mol.e^-)$

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)} = \frac{25(A) \times 3600(S)}{96500(C/mol.e^-)} = 0.9\ mol.e^-$$

3) نجد عدد مولات المغنيسيوم المترسبة على الكاثود :



$$Mg^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Mg_{(S)}$$

$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times n_{e^-}$$

$$0.9\ mol.e^- = n(mol) \times 2e^- \Rightarrow n(mol) = 0.45\ mol$$

4) نجد كتلة المغنيسيوم (عدد الغرامات):

$$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)}$$

$$0.45\ mol = \frac{m(g)}{24(g/mol)} \Rightarrow m(g) = 10.8\ g$$

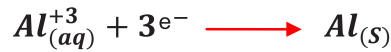
5) نجد عدد ذرات المغيسيوم المترسبة عند الكاثود:

$$n(mol) = \frac{\text{عدد الذرات المترسبة}}{N_A\ \text{عدد افوغادرو}}$$

$$0.45\ mol = \frac{\text{عدد الذرات المترسبة}}{6.023 \times 10^{23}} \Rightarrow \text{عدد الذرات المترسبة} = 2.7 \times 10^{23} atoms$$



س/7) عند امرار واحد فاراداي في محلول Al^{3+} فأن وزن الالمنيوم المترسب على الكاثود يساوي .... اذا علمت ان الوزن الذري للالمنيوم هو $27\ g/mol$.


(2014 / د 2 – خاص)

ج/

بما ان الفاراداي يمثل الشحنة الكلية اي $(1F = I(A) \times t(S) = 96500)$

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)} = \frac{96500}{96500} = 1\ mol.e^-$$

$$Al^{+3}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Al_{(S)}$$

$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times ne^-$$

$$1\ mol.e^- = n(mol) \times 3e^- \Rightarrow n(mol) = \frac{1}{3}\ mol$$

$$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)}$$

$$\frac{1}{3}mol = \frac{m(g)}{27(g/mol)} \Rightarrow m(g) = 9\ g$$

س/8) محلول من كبريتات النحاس $CuSO_4$ تركيزه 0.2 M وحجمه $600ml$ ، امرر تيار كهربائي شدته $96.5A$ احسب الزمن اللازم لكي يتبقى $0.03\ mol$ من ايون النحاس .


(2013 / د 1) (2014 / د 2) (2019 / د 3)

ج/ نجد عدد المولات الكلية من التركيز والحجم ثم نجد عدد المولات المترسبة منها ثم نجد $Q(mol.e^-)$ و الزمن:

1) نجد عدد المولات الكلية للنحاس (وتحويل الحجم الى اللتر):

$$n(mol) = M\ (mol/L) \times V(L)$$

$$n(mol) = 0.2mol/L \times 600ml \times \frac{1L}{1000ml} = 0.12\ mol$$

2) نجد عدد المولات المترسبة:

$$n(mol)_{\text{المترسبة}} = n(mol)_{\text{الكلية}} - n(mol)_{\text{المتبقية}}$$

$$n(mol)_{\text{المترسبة}} = 0.12\ mol - 0.03\ mol = 0.09\ mol$$

3) نجد $Q(mol.e^-)$:

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(S)}$$

$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times ne^- = 0.09\ mol \times 2e^- = 0.18\ mol.e^-$$

4) نجد الزمن $t(S)$ من $Q(mol.e^-)$:

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$

$$0.18\ mol.e^- = \frac{96.5A \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)} \Rightarrow t(S) = 180\ S$$

س/9) محلول من كبريتات النحاس $CuSO_4$ تركيزه 0.3 M وحجمه $500ml$ ، امرر تيار كهربائي شدته $96.5A$ احسب الزمن اللازم لكي يتبقى $0.03\ mol$ من ايون النحاس .

(2016 / د 3)

ج/

1) نجد عدد المولات الكلية للنحاس (وتحويل الحجم الى اللتر):

$$n(mol) = M\ (mol/L) \times V(L)$$

$$n(mol) = 0.3mol/L \times 500ml \times \frac{1L}{1000ml} = 0.15\ mol$$

2) نجد عدد المولات المترسبة:

$$n(mol)_{المترسبة} = n(mol)_{الكلية} - n(mol)_{المتبقية}$$
$$n(mol)_{المترسبة} = 0.15\ mol - 0.03\ mol = 0.12\ mol$$

3) نجد $Q(mol.e^-)$:

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(S)}$$
$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times n_{e^-} = 0.12\ mol \times 2e^- = 0.24\ mol.e^-$$

4) نجد الزمن $t(S)$ من $Q(mol.e^-)$:

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$
$$0.24\ mol.e^- = \frac{96.5A \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)} \Rightarrow t(S) = 240\ S$$



س/10) محلول من كبريتات النحاس $CuSO_4$ تركيزه 0.2 M وحجمه $0.5l$ ، امرر تيار كهربائي شدته 96.5A احسب الزمن اللازم لكي يتبقى $0.06\ mol$ من ايون النحاس .

(3 د/ 2017)

ج/

نجد عدد المولات الكلية من التركيز والحجم ثم نجد عدد المولات المترسبة منها ثم نجد $Q(mol.e^-)$ و الزمن:

1) نجد عدد المولات الكلية للنحاس (وتحويل الحجم الى اللتر):

$$n(mol) = M\ (mol/L) \times V(L)$$
$$n(mol) = 0.2mol/L \times 0.5l = 0.1\ mol$$

2) نجد عدد المولات المترسبة:

$$n(mol)_{المترسبة} = n(mol)_{الكلية} - n(mol)_{المتبقية}$$
$$n(mol)_{المترسبة} = 0.1\ mol - 0.06\ mol = 0.04\ mol$$

3) نجد $Q(mol.e^-)$:

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(S)}$$
$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times n_{e^-} = 0.04\ mol \times 2e^- = 0.08\ mol.e^-$$

4) نجد الزمن $t(S)$ من $Q(mol.e^-)$:

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$
$$0.08\ mol.e^- = \frac{96.5A \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)} \Rightarrow t(S) = 80\ S$$



س/11) احسب عدد الالكترونات اللازمة لتحرير ضعف الحجم المولي لغاز الاوكسجين في STP (معلومة: الحجم المولي لاي غاز عند STP يساوي ($22.4L$) ؟

(3 د/ 2014)

ج/

1) نحسب عدد مولات غاز O_2 المتحررة:

$$n(mol) = \frac{V(L) \times 1(mol)}{22.4\ (L)}$$
$$n(mol) = \frac{2 \times 22.4\ (L) \times 1(mol)}{22.4\ (L)}$$
$$n(mol) = 2mol$$

2) نحسب $Q(mol.e^-)$:

$$2O^{-2} \longrightarrow O_{2(g)} + 4e^-$$
$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times ne^-$$
$$Q(mol.e^-) = 2mol \times 4e^- = 8\ mol.e^-$$

3) نحسب عدد e^- المارة :

$$Q(mol.e^-) = \frac{\text{عدد } e^- \text{ المارة}}{\text{عدد افوغادرو } N_A}$$
$$8\ mol.e^- = \frac{\text{عدد } e^- \text{ المارة}}{6.023 \times 10^{23}}$$
$$\text{عدد } e^- \text{ المارة} = 8\ mol.e^- \times 6.023 \times 10^{23}\ \frac{electron}{mol.e^-}$$
$$\text{عدد } e^- \text{ المارة} = 48.18 \times 10^{23}\ electron$$

س/12) احسب عدد الالكترونات اللازمة لتحرير نصف الحجم المولي لغاز الاوكسجين في STP (معلومة: الحجم المولي لاي غاز عند STP يساوي ($22.4L$) ؟ (2015 /د 2 – خ ق) (2017 / ت)

ج/

1) نحسب عدد مولات غاز O_2 المتحررة:

$$n(mol) = \frac{V(L) \times 1(mol)}{22.4\ (L)}$$
$$n(mol) = \frac{0.5 \times 22.4\ (L) \times 1(mol)}{22.4\ (L)}$$
$$n(mol) = 0.5mol$$

2) نحسب $Q(mol.e^-)$:

$$2O^{-2} \longrightarrow O_{2(g)} + 4e^-$$
$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times ne^-$$
$$Q(mol.e^-) = 0.5mol \times 4e^- = 2\ mol.e^-$$

3) نحسب عدد e^- المارة :

$$Q(mol.e^-) = \frac{\text{عدد } e^- \text{ المارة}}{\text{عدد افوغادرو } N_A}$$
$$2\ mol.e^- = \frac{\text{عدد } e^- \text{ المارة}}{6.023 \times 10^{23}}$$
$$\text{عدد } e^- \text{ المارة} = 2\ mol.e^- \times 6.023 \times 10^{23}\ \frac{electron}{mol.e^-}$$
$$\text{عدد } e^- \text{ المارة} = 12.046 \times 10^{23}\ electron$$

س/13) احسب شدة التيار اللازم امراره لمدة $2hr$ و $520\ S$ في خلية تحليل الماء كهربائياً لكي يحرر 36.12×10^{21} جزيئة من الهيدروجين والاوكسجين على قطبي الخلية ؟ (2019 /د 1) (2015 /د 1 – خاص)

ج/

نجد شدة التيار من $Q(mol.e^-)$ بعد ايجادها من عدد جزيئات احد الغازات المتحررة (O_2 او H_2) وكتابة المعادلة :

1) كتابة معادلة تحليل الماء الى عناصره:

$$2H_2O_{(l)} \longrightarrow 2H_2 + O_2$$



2) الفرضية:

نفرض عدد جزيئات غاز $O_2 = x$

نفرض عدد جزيئات غاز $H_2 = 2x$

لان عدد جزيئات غاز H_2 ضعف عدد جزيئات غاز O_2 كما في المعادلة



3) نجد عدد جزيئات كل غاز:

عدد جزيئات غاز الهيدروجين والاوكسجين $= 36.12 \times 10^{21}$

$x + 2x = 36.12 \times 10^{21}$

$3x = 36.12 \times 10^{21}$

$x = 12.04 \times 10^{21}\ molecules$ (وهو عدد جزيئات غاز O_2 المتحررة)

$2x = 2(12.04 \times 10^{21}) = 24.08 \times 10^{21}\ molecules$ (وهو عدد جزيئات غاز H_2 المتحررة)

4) نجد عدد مولات غاز O_2 المتحررة (او مولات H_2) :

$$n(mol) = \frac{\text{عدد الجزيئات المتحررة}}{\text{عدد افوغادرو } N_A}$$

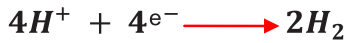
$$n(mol) = \frac{12.04 \times 10^{21}}{6.023 \times 10^{23}}$$

$$n(mol) = 0.02\ mol$$

5) نجد $Q(mol.e^-)$ من مولات O_2 :



الانود: $2H_2O_{(l)} \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$



الكاثود: $4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2H_2$



التفاعل العام: $2H_2O_{(l)} \longrightarrow 2H_2 + O_2$

$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times ne^-$$

$$Q(mol.e^-) = 0.02mol \times 4e^-$$

$$Q(mol.e^-) = 0.08\ mol.e^-$$

6) نجد الزمن الكلي بـ(S) :

$$t(S) = 2\ hr \times \frac{3600(S)}{1(hr)} + 520\ S = 3600\ S$$

$$t(S) = 7200S + 520\ S = 7720\ S$$

7) نجد التيار $I(A)$ من $Q(mol.e^-)$:

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$

$$0.08\ mol.e^- = \frac{I(A) \times 7720(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$

$$I(A) = 1\ A$$

س/14) في خلية تحليل الماء كهربائياً في STP امرر تيار كهربائي فيها لمدة 3 دقائق و 13 ثانية فتحرر غازي الهيدروجين والاوكسجين عند قطبي الخلية ، وكان مجموع حجمي الغازين المتحررين يساوي $0.0672\ L$ ، اكتب معادلتي نصفي الخلية والتفاعل العام لها ، ثم جد حجم كل غاز متحرر وشدة التيار المار .

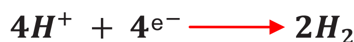
(2 د/ 2016) (1 د/ 2017) (1 د/ 2017 – خ ق)

ج/

1) كتابة المعادلات:



الانود: $2H_2O_{(l)} \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$



الكاثود: $4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2H_2$



التفاعل العام: $2H_2O_{(l)} \longrightarrow 2H_2 + O_2$

2) ايجاد حجم غاز H_2 و O_2 :

نفرض حجم غاز O_2 = x

نفرض حجم غاز H_2 = $2x$

لان حجم غاز H_2 المتحرر ضعف حجم غاز O_2 كما في المعادلة

$$\text{الحجم الكلي} = 0.0672\ L$$
$$V_{O_2} + V_{H_2} = 0.0672\ L$$
$$x + 2x = 0.0672\ L$$
$$3x = 0.0672\ L \Rightarrow x = 0.0224\ L$$
$$\therefore V_{O_2} = 0.0224\ L \qquad \therefore V_{H_2} = 0.0448\ L$$

3) نجد عدد مولات غاز O_2 المتحررة:

$$n(mol) = \frac{V(L) \times 1(mol)}{22.4\ (L)} = \frac{0.0224\ L \times 1(mol)}{22.4\ (L)} = 0.001 mol$$

4) نجد $Q(mol.e^-)$:

$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times n e^- = 0.001\ mol \times 4 e^- = 0.004\ mol.e^-$$

5) نجد التيار $I(A)$ من $Q(mol.e^-)$:

$$t(S) = 3\ min \times \frac{60\ S}{1\ min} + 13\ S = 13\ S + 180\ S = 193\ S$$
$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$
$$0.004\ mol.e^- = \frac{I(A) \times 193\ S}{96500(C/mol.e^-)}$$
$$I(A) = 2\ A$$

س/15) عند امرار $0.2\ mol.e^-$ في محلول كبريتات النحاس وبعد ترسيب جميع النحاس تحرر $0.448\ L$ من الهيدروجين في STP . احسب كتلة النحاس المترسبة ؟ الكتلة الذرية للنحاس = 63 .


(2 د/ 2013) (ت / 2016)

ج/

1) نجد $Q(mol.e^-)$ المستخدمة في تحرر غاز H_2 :

- $$n(mol) = \frac{V(L) \times 1(mol)}{22.4\ (L)} = \frac{0.448\ L \times 1(mol)}{22.4\ (L)} = 0.02\ mol$$
- $$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$$

$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times n e^- = 0.02\ mol \times 2 e^- = 0.04\ mol.e^-$$

2) نجد $Q(mol.e^-)$ المستخدمة في ترسيب النحاس:

$$Q(mol.e^-)_{\text{للنحاس}} = Q(mol.e^-)_{\text{الكلية}} - Q(mol.e^-)_{\text{للهيدروجين}}$$
$$Q(mol.e^-)_{\text{للنحاس}} = 0.2\ mol.e^- - 0.04\ mol.e^- = 0.16\ mol.e^-$$

3) نجد عدد مولات النحاس المترسبة:

$$Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \longrightarrow Cu_{(S)}$$

$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times ne^-$$

$$0.16\ mol.e^- = n(mol) \times 2e^- \Rightarrow n(mol) = 0.08mol$$

4) نجد كتلة النحاس المترسبة:

$$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)}$$

$$0.08mol = \frac{m(g)}{63(g/mol)} \Rightarrow m(g) = 5.04\ g$$

س/16) اراد احد الصاغة طلاء خاتم بالذهب فأمرر تيار كهربائي شدته $10\ A$ في خلية الطلاء الكهربائي تحتوي على احد املاح الذهب فترسب الذهب على الخاتم ، لوحظ انه خلال $9.65\ S$ ان 75% من الكهربائية قد استهلك لترسيب الذهب فما كتلة الذهب المترسب ، الكتلة الذرية للذهب $= 197$.

(3 د/ 2016)

ج/

1) نجد التيار المستهلك فعلاً في عملية الترسيب:

$$I(A) = 10\ A \times \frac{75}{100} = 7.5\ A$$

2) نحسب $Q(mol.e^-)$:

$$Q(mol.e^-) = \frac{I(A) \times t(S)}{96500(C/mol.e^-)}$$

$$Q(mol.e^-) = \frac{7.5\ A \times 9.65\ S}{96500(C/mol.e^-)}$$

$$Q(mol.e^-) = 7.5 \times 10^{-4}\ mol.e^-$$

3) نجد عدد مولات الذهب المترسبة من $Q(mol.e^-)$:



$$Au^{3+}_{(aq)} + 3e^- \longrightarrow Au_{(S)}$$

$$Q(mol.e^-) = n(mol) \times ne^-$$

$$7.5 \times 10^{-4}\ mol.e^- = n(mol) \times 3e^-$$

$$n(mol) = 2.5 \times 10^{-4}\ mol$$

4) نجد كتلة الذهب المترسب:

$$n(mol) = \frac{m(g)}{M(g/mol)}$$

$$2.5 \times 10^{-4}\ mol = \frac{m(g)}{197(g/mol)}$$

$$m(g) = 2.5 \times 10^{-4} \times 197 = 0.05\ g$$



الفصل الخامس – الكيمياء التناسقية

التعاريف

1) الملح المزدوج: (3 د/ 2013) (2014 / ت) (2 د/ 2016) (1 د/ 2017) (2019 / ت)

وهو مركب اضافة مستقر يعطي عند اذابته في الماء كافة الايونات المكونة له بحيث يحتفظ كل ايون بصفاته المستقلة مثال ملح مور $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$.

2) ليكندات ثنائية المخلب: (2017 د/ 1- موصل)

وهي عبارة عن ايونات سالبة او جزيئات متعادلة قادرة على منح مزدوجين الكترونيين الى ايون الفلز الموجب ، اي لها القدرة على الارتباط بأيون الفلز عبر اكثر من ذرة واحدة مكونة مركبات حلقية ، وتسمى ايضاً ليكندات ثنائية السن .

3) الليكند: (2014 د/ 2 – خاص)

جزىء او ايون سالب او موجب الشحنة يرتبط بالايون المركزي من خلال ذرة مانحة واحدة او اكثر للمزدوجات الالكترونية وعندما يهب الليكند مزدوجاً واحداً من الالكترونات يسمى احادي المخلب وعندما يهب مزدوجين من الالكترونات يسمى ثنائي المخلب وعندما يهب اكثر من مزدوجين يسمى متعدد المخلب ، وهومن قواعد لويس .

4) الايون المركزي: (2018 د/ 1)

وهو عبارة عن ذرة مركزية مستقبلة للمزدوجات الالكترونية ، وتكون عادة فلزاً انتقالياً يحتوي على اوربيتالات فارغة ويرتبط مع الليكندات بأصرة تناسقية وهو من حوامض لويس .

5) عدد التناسق: (2017 د/ 3 – موصل)

وهو عدد الليكندات التي ترتبط بالايون المركزي مضروباً في عدد المخالب اي انه يساوي عدد الاواصر التناسقية ، واكثر اعداد التناسق شيوعاً 4 و 6 ، اما اعداد التناسق الفردية و 2 فهي نادرة .

6) المعقد المتعادل: (3 د/ 2014) (2017 د/ 2 – موصل)

وهو المعقد الذي لايحمل شحنة (تساوي 0) ولايتأين في الماء مثال $[Co(NH_3)_3Cl_3]$.

7) مجال التناسق: (3 د/ 2018) (3 د/ 2019) (1 د/ 2014) (3 د/ 2016) (2014 د/ 1 – خاص)

وهو المجال الذي يعبر عنه بشكل اقواس مربعة [ ] والذي يحتوي على الذرة المركزية ومجموعة من الليكندات ويسمى ايضاً بالمجال الداخلي ومكوناته لا تتأين ولا يمكن ترسيبها .

8) الليكندات الكليتية: (2 د/ 2019) (2016 د/ 1 – خ ق) (2017 د/ 2 – خ ق) (2018 د/ 2 – خ ق)

وهي الليكندات التي ترتبط في موقعين او اكثر في ان واحد مع نفس الايون المركزي (اي لها اكثر من ذرة مانحة) وتشمل الليكندات ثنائية المخلب ومتعددة المخالب .

9) العدد الذري الفعال: (2 د/ 2014) (1 د/ 2016)

وهو المجموع الكلي للالكترونات على الذرة المركزية والممنوحة من الليكندات .

اسئلة متفرقـــة

س1/ وضح لماذا يصنف المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ كملح مزدوج بينما يصنف المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ كمركب معقد (مركب تناسقي) ؟

ج/ (1 د/ 2014) (خاص – 1 د/ 2015) (3 د/ 2016) (1 د/ 2016) (خ ق – 2 د/ 2015)

وذلك لان المركب $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ ملح مور وعند ذوبانه في الماء فإنه يعطي كافة ايوناته اي (Fe^{2+} و NH_4^+ و SO_4^{2-}) ،

$$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \longrightarrow Fe^{2+} + 2NH_4^+ + 2SO_4^{2-}$$

ويتم التاكد من وجودها في المحلول بأستخدام طرائق الكشف الشائعة لكل ايون منها ولذلك يصنف المركب كملح مزدوج .

اما عند اذابة المركب $K_3[Fe(CN)_6]$ في الماء

$$K_3[Fe(CN)_6] \rightleftharpoons 3K^+ + [Fe(CN)_6]^{3-}$$

فإنه يعطي كشفاً لايون K^+ فقط واختفاء ايونات Fe^{3+} و CN^- اي لا يعطي كشفاً لهما لذلك يصنف كمركب تناسقي .

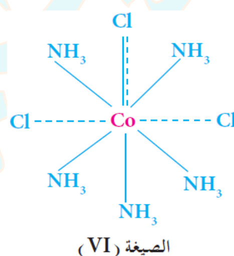
س2/ ما هو الفرق بين الاملاح المزدوجة والمركبات المعقدة ؟ (ت / 2013) (خاص – 1 د/ 2014)

ج/

	الاملاح المزدوجة	المركبات المعقدة
1	الملح المزدوج هو مركب اضافة مستقر يعطي كافة الايونات المكونة له عند اذابته في الماء	ـ المركب المعقد هو مركب اضافة مستقر لكنه لايعطي كافة الايونات المكونة له عند اذابته في الماء
2	يحتفظ كل ايون بصفاته المستقلة ، ويمكن الكشف عنها	ـ تختفي صفات بعض الايونات اي لاتعطي كشفاً لها .
3	مثال ملح مور $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$	ـ مثال كبريتات رباعي امين النحاس $[Cu(NH_3)_4]SO_4$

س3/ مثل فرنر المركب $CoCl_3.5NH_3$ حسب النظرية التناسقية بالصيغة .... (1 د/ 2019)

ج/ $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$ او



الصيغة (VI)

س4/ معقد تناسقي يمتلك ثلاث الكترونات مفردة فأن قيمة الزخم المغناطيسي μ يساوي .... (3 د/ 2013)

ج/ $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)}\ \ \sqrt{(3(3+2)} = \sqrt{15} = 3.9\ B.M$



وزاريات التكافؤ الاولي والثانوي

ما التكافؤ الاولي (حالة التأكسد) والتكافؤ الثانوي (عدد التناسق) للفلز المركزي في المركبات الاتية:

1)  $K_4[Fe(CN)_6]$ (2019 / د 1)

ج/ نبدأ من الايون البسيط وهو البوتاسيوم وله شحنة $(+1)$
امـــا الايون المعقد $[Fe(CN)_6]^{4-}$ فله شحنة مقدارها (-4) ، لذا فتحسب شحنه الايون المركزي لفلز الحديد كالاتي:

$$X + (-1 \times 6) = -4 \Rightarrow X - 6 = -4 \Rightarrow X = +2$$

∴ التكافؤ الاولي $= +2$
التكافؤ الثانوي $= 6$ وهو عدد الليكندات المتصلة بالفلز والتي توضع داخل الاقواس المربعة .

---

2)  $[Cr(NH_3)_6](NO_3)_3$ (2013 / د 1) (2016 / ت)

ج/ ايون النترات NO_3^- هو الايون البسيط وله شحنة (-1)
امـــا الايون المعقد $[Cr(NH_3)_6]^{3+}$ فله شحنة مقدارها $(+3)$ ، لذا فتحسب شحنه الايون المركزي لفلز الكروم كالاتي:

$$X + (0 \times 6) = +3 \Rightarrow X + 0 = +3 \Rightarrow X = +3$$

∴ التكافؤ الاولي $= +3$
التكافؤ الثانوي $= 6$

---

3)  $K_3[Fe(CN)_6]$ (2015 / د 2) (2017 / د 1 – خ ق)

ج/ نبدأ من الايون البسيط وهو البوتاسيوم وله شحنة $(+1)$
امـــا الايون المعقد $[Fe(CN)_6]^{3-}$ فله شحنة مقدارها (-3) ، لذا فتحسب شحنه الايون المركزي لفلز الحديد كالاتي:

$$X + (-1 \times 6) = -3 \Rightarrow X - 6 = -3 \Rightarrow X = +3$$

∴ التكافؤ الاولي $= +3$
التكافؤ الثانوي $= 6$ وهو عدد الليكندات المتصلة بالفلز والتي توضع داخل الاقواس المربعة .

---

4)  $K_3[Fe(CN)_6]$ المطلوب التكافؤ الاولي فقط (2014 / د 2 – خاص) (2017 / د 1 – خ ق)

ج/ $$X + (-1 \times 6) = -3 \Rightarrow X - 6 = -3 \Rightarrow X = +3$$

---

5)  $[Pt(C_2H_4)Cl_3]^-$ المطلوب التكافؤ الاولي فقط (2013 / د 1 – خ ق)

ج/ $$X + (0 \times 1) + (-1 \times 3) = -1 \Rightarrow X = +2$$

6) $[Co(NH_3)_5Cl]Cl_2$ (د 2 / 2013)

ج/ ايون الكلوريد Cl^- هو الايون البسيط وله شحنة (-1) وبما انه ايونان كلوريد لذلك فتكون الشحنة (-2)
امـا الايون المعقد $[Cr(NH_3)_5Cl]^{2+}$ فله شحنة مقدارها $(+2)$ ، لذا فتحسب شحنه الايون المركزي لفلز الكروم كالاتي:

$$X + (0 \times 5) + (-1) = +2 \Rightarrow X - 1 = +2 \Rightarrow X = +3$$

∴ التكافؤ الاولي $= +3$
التكافؤ الثانوي $= 6$

وزاريات EAN

ما هو العدد الذري الفعال للمعقدات الاتية ، وهل تنطبق عليه قاعدة (EAN) ام لا مع السبب .

1) $[Fe(CN)_6]^{3-}$ (د 1 / 2015) (د 1 / 2017) (د 1 / 2018 – خ ق) (د 2 / 2018 – خ ق) (د 1 / 2019)
العدد الذري للحديد هو 26

ج/

$$X + (-1 \times 6) = -3 \Rightarrow X - 6 = -3 \Rightarrow X = +3$$

$Fe = 26e^-$
$Fe^{3+} = 23e^-$
$6: CN^- = 12e^-$
$[Fe(CN)_6]^{3-} = 35e^-$

العدد الذري الفعال هنا يساوي 35 وهو لا يساوي العدد الذري لاي من الغازات النبيلة ،
ولهذا فلا تنطبق عليه قاعدة العدد الذري الفعال .

---

2) $[CoCl_4]^{2-}$ العدد الذري للكوبلت هو 27 (د 1 / 2014) (د 1 / 2017 – خ ق)

ج/

$$X + (-1 \times 4) = -2 \Rightarrow X - 4 = -2 \Rightarrow X = +2$$

$Co = 27e^-$
$Co^{2+} = 25e^-$
$4: Cl^- = 8e^-$
$[CoCl_4]^{2-} = 33e^-$

العدد الذري الفعال هنا يساوي 33 وهو لا يساوي العدد الذري لاي من الغازات النبيلة ،
ولهذا فلا تنطبق عليه قاعدة العدد الذري الفعال .

---

3) $[Pd(NH_3)_6]^{4+}$ العدد الذري $Pd = 46$ (ت / 2014) (ت / 2019)

ج/

$$X + (0 \times 6) = +4 \Rightarrow X + 0 = +4 \Rightarrow X = +4$$

$Pd = 46e^-$
$Pd^{4+} = 42e^-$
$6: NH_3 = 12e^-$
$[Pd(NH_3)_6]^{4+} = 54e^-$

العدد الذري الفعال هنا يساوي 54 وهو يساوي العدد الذري للغاز النبيل الزينون ،
و تنطبق عليه قاعدة العدد الذري الفعال .

4) $[Ni(en)_3]^{2+}$ العدد الذري $Ni = 28$ (3 د/ 2015) (1 د/ 2018)

ج/

$X + (0 \times 3) = +2 \Rightarrow X + 0 = +2 \Rightarrow X = +2$

$Ni = 28e^-$
$Ni^{2+} = 26e^-$
$3: en = 12e^-$
$[Ni(en)_3]^{2+} = 38e^-$

العدد الذري الفعال هنا يساوي 38 وهو لا يساوي العدد الذري لاي من الغازات النبيلة ،
ولهذا فلا تنطبق عليه قاعدة العدد الذري الفعال ولكن الرغم من ذلك فإن المركب المعقد مستقر .

5) $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$ العدد الذري للنيكل $Ni = 28$ (3 د/ 2013)

ج/

$X + (0 \times 6) = +2 \Rightarrow X + 0 = +2 \Rightarrow X = +2$

$Ni = 28e^-$
$Ni^{2+} = 26e^-$
$6: NH_3 = 12e^-$
$[Ni(NH_3)_6]^{2+} = 38e^-$

العدد الذري الفعال هنا يساوي 38 وهو لا يساوي العدد الذري لاي من الغازات النبيلة ،
ولهذا فلا تنطبق عليه قاعدة العدد الذري الفعال .

6) $[Ag(NH_3)_4]^+$ العدد الذري للفضة $Ag = 47$

(ت / 2013) (2017 د/ 2 – موصل) (2017 د/ 2 – خ ق) (3 د/ 2019)

ج/

$X + (0 \times 4) = +1 \Rightarrow X + 0 = +1 \Rightarrow X = +1$

$Ag = 47e^-$
$Ag^+ = 46e^-$
$4: NH_3 = 8e^-$
$[Ag(NH_3)_4]^+ = 54e^-$

العدد الذري الفعال هنا يساوي 54 وهو يساوي العدد الذري للغاز النبيل الزينون ،
و تنطبق عليه قاعدة العدد الذري الفعال .

7) $[Fe(CO)_5]$ العدد الذري للحديد هو 26 (3 د/ 2016)

ج/

$Fe = 26e^-$
$5CO = 10e^-$
$[Fe(CO)_5] = 36e^-$

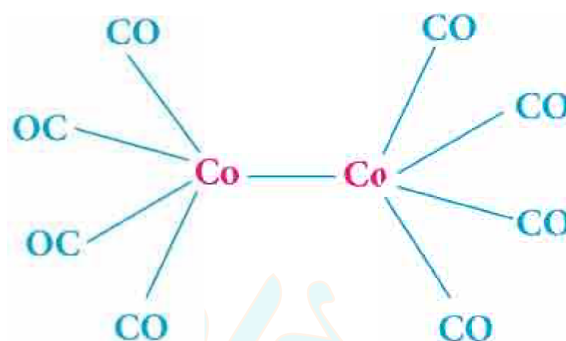
العدد الذري الفعال هنا يساوي 36 وهو يساوي العدد الذري للغاز النبيل الكربتون ،
و تنطبق عليه قاعدة العدد الذري الفعال .

8) $[Co_2(CO)_8]$ العدد الذري للكوبلت هو 27 (2016 / د 2)

ج/

$Co = 27e^-$
$Co - Co = 1e^-$
$4CO = 8e^-$
$[Co_2(CO)_8] = 36e^-$

اذن تنطبق قاعدة (EAN) .

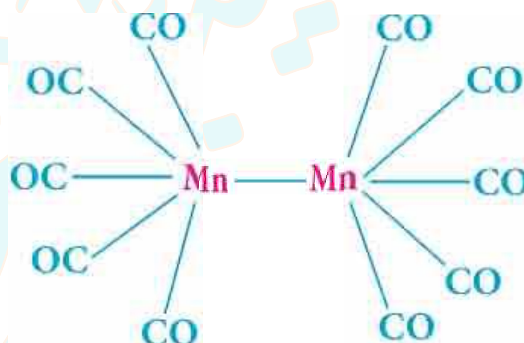


9) $[Mn_2(CO)_{10}]$ العدد الذري للمنغنيز هو 25 (2015 / د 1 – خاص)

ج/

$Mn = 25e^-$
$Mn - Mn = 1e^-$
$5CO = 10e^-$
$[Mn_2(CO)_{10}] = 36e^-$

اذن تنطبق قاعدة (EAN) .

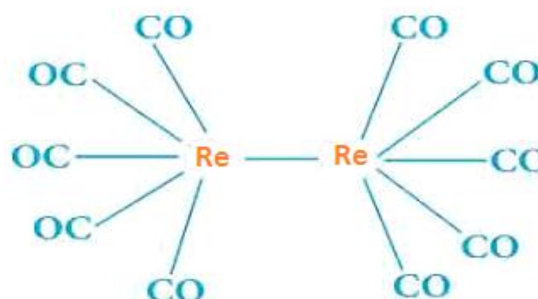


10) $[Re_2(CO)_{10}]$ العدد الذري للرانيوم Re هو 75 ؟ (2018 / د 2) (2019 / د 2)

ج/

$Re = 75e^-$
$Re - Re = 1e^-$
$5CO = 10e^-$
$[Re_2(CO)_{10}] = 86e^-$

اذن تنطبق قاعدة (EAN) .



وزاريات التسمية

ملاحظة: اغلب اسئلة التسمية هي بالصيغة التالية (اكتب الصيغة الكيميائية للمعقد التناسقي الاتي):

1) كلوريد رباعي اكوا ثنائي كلورو الكروم (III) (2013 د1) (2014 د2) (2017 د2 – موصل)

ج/ $[Cr(H_2O)_4Cl_2]Cl$

---

2) رباعي كاربونيل النيكل (0) (2014 / ت)

ج/ $[Ni(CO)_4]$

---

3) سداسي سيانو فيرات (II) الكالسيوم (2013 د2)

ج/ $Ca_2[Fe(CN)_6]$

---

4) كبريتات سداسي اكو حديد (II) (2013 د3) (2017 د1) (2017 د2)

ج/ $[Fe(H_2O)_6]SO_4$

---

5) سداسي كلورو بلاتينات (IV) البوتاسيوم (2018 د2 – خ ق)

ج/ $K_2[PtCl_6]$

---

6) كلوريد خماسي امين اكوا كوبلت (III) (2018 د2)

ج/ $[Co(NH_3)_5H_2O]Cl_3$

---

7) سداسي سيانو فيرات (III) البوتاسيوم (2017 د1 – خ ق) (2014 د2 – خاص)

ج/ $K_3[Fe(CN)_6]$



وزاريات VBT

س1/ اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT جد نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزخم المغناطيسي للايون المعقد: $[HgI_3]^-$ ثلاثي يودو زئبقات (II) ، ثم (العدد الذري للزئبق = 80) . (2016 / د2 – خ ق)

1) الترتيب الالكتروني لعنصر الزئبق:

$80Hg \quad [Xe]54 \quad 4f^{14} \quad 5d^{10} \quad 6s^2 \quad 6P^0$



$X + (-1 \times 3) = -1 \Rightarrow X = +2$

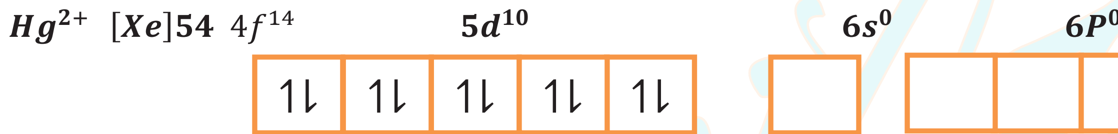
2) الترتيب الالكتروني لايون الزئبق:

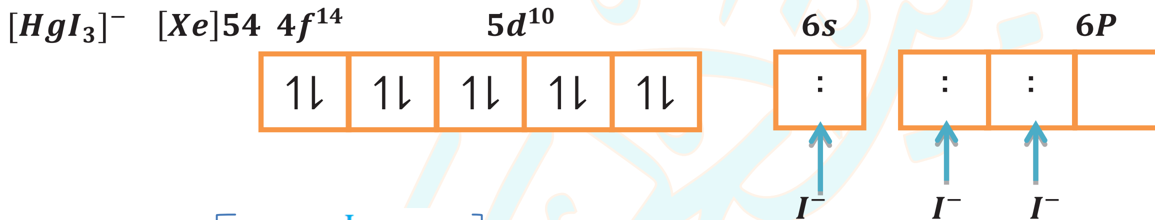
$Hg^{2+} \quad [Xe]54 \quad 4f^{14} \quad 5d^{10} \quad 6s^0 \quad 6P^0$

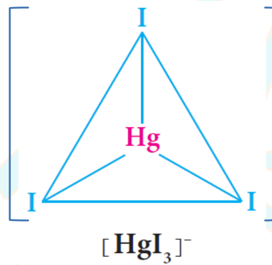


3) الترتيب الالكتروني لايون الزئبق في المعقد :

$[HgI_3]^- \quad [Xe]54 \quad 4f^{14} \quad 5d^{10} \quad 6s \quad 6P$







- ستة الكترونات اتية من ثلاث ليكندات
- نوع التهجين sp^2 من اشتراك اوربيتال واحد من s واوربيتالين من P .
- الشكل الهندسي مثلث مستو .
- الصفة المغناطيسية دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات منفردة .
- الزخم المغناطيسي: $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)} = 0$

س2/ اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT جد نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزخم المغناطيسي للايون المعقد $[NiCl_4]^{2-}$ (العدد الذري للنيكل = 28)

(2013 / د2) (2014 / ت)

ج/

1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:

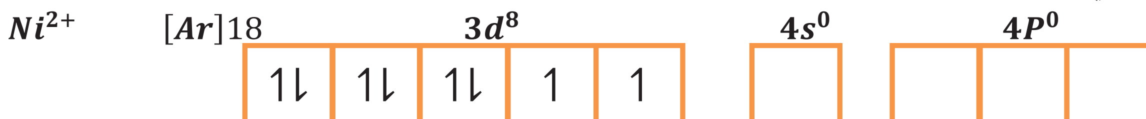
$28Ni \quad [Ar]18 \quad 3d^8 \quad 4s^2 \quad 4P^0$



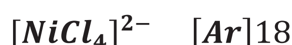
$X + (-1 \times 4) = -2 \Rightarrow X = +2$

2) الترتيب الالكتروني لايون النيكل:

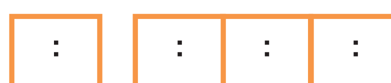
$Ni^{2+} \quad [Ar]18 \quad 3d^8 \quad 4s^0 \quad 4P^0$

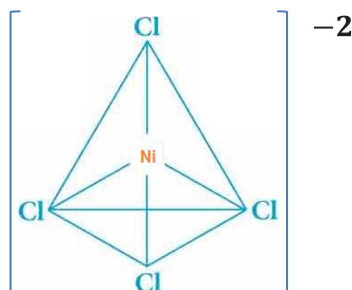


3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد :



$3d^8$ $4s$ $4P$



- ثمانية الكترونات اتية من اربع ليكندات
- نوع التهجين sp^3 من اشتراك اوربيتال واحد من s وثلاث اوربيتالات من P .
- الشكل الهندسي رباعي الاوجة منتظم .
- الصفة المغناطيسية بارامغناطيسي لوجود الكترونين غير مزدوجين .
- الزخم المغناطيسي: $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)}$ $\sqrt{(2(2+2)} = \sqrt{8} = 2.82\ B.M$

س/3) اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT جد نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزخم المغناطيسي للايون المعقد $[Ni(CN)_4]^{2-}$ (العدد الذري للنيكل = 28)

(3 د 2016) (1 د 2014)

ج/

1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:



$3d^8$ $4s^2$ $4P^0$

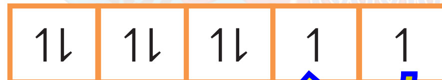



2) الترتيب الالكتروني لايون النيكل:

$X + (-1 \times 4) = -2 \quad \Rightarrow \quad X = +2$

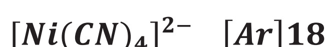


$3d^8$ $4s^0$ $4P^0$



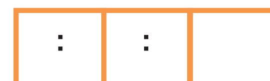


3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد :

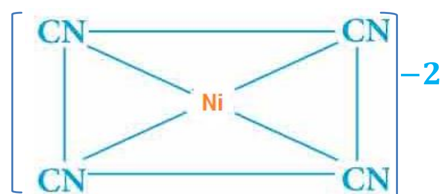


$3d^8$ $4s$ $4P$





CN^- CN^- CN^- CN^-



- ثمانية الكترونات اتية من اربع ليكندات (C هي الذرة المانحة)
- نوع التهجين dsp^2 من اشتراك اوربيتال واحد من s واوربيتالين من P واوربيتال واحد من d .
- الشكل الهندسي مربع مستوي .
- الصفة المغناطيسية دايامغناطيسي لان جميع الالكترونات مزدوجة .
- الزخم المغناطيسي: $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)} = 0$



س/4) اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT جد نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزخم المغناطيسي للايون المعقد $Ca[Ni(CN)_4]$ (العدد الذري للنيكل = 28) (خ ق – د 1 / 2017)

ج/ يحل بنفس خطوات السؤال 3 اعلاه .

س/5) اعتماداً على نظرية VBT قارن بين المعقدين الاتيين : $[NiCl_4]^{2-}$ ، $[Ni(CN)_4]^{2-}$ ؟ (د 1 / 2016)

ج/ يحل بنفس خطوات السوال رقم 2 و 3 اعلاه ، اي نحل لكلا المركبين .

س/6) لماذا المعقد $[NiCl_4]^{2-}$ بارامغناطيسي بينما المعقد $[PtCl_4]^{-2}$ دايا مغناطيسي ؟ وضح ذلك وفق نظرية اصرة التكافؤ ؟ (الاعداد الذرية للنيكل يساوي 28 ، البلاتين يساوي 78) . (د 1 / 2013) (د 3 / 2019)

ج/ نكتب الترتيب الالكتروني للايون المركزي في الايونين المعقدين:



$[NiCl_4]^{2-}$

1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:

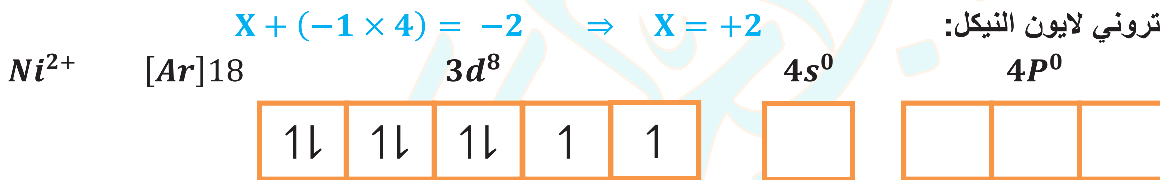
$_{28}Ni$ $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4s^2$ $4P^0$



2) الترتيب الالكتروني لايون النيكل:

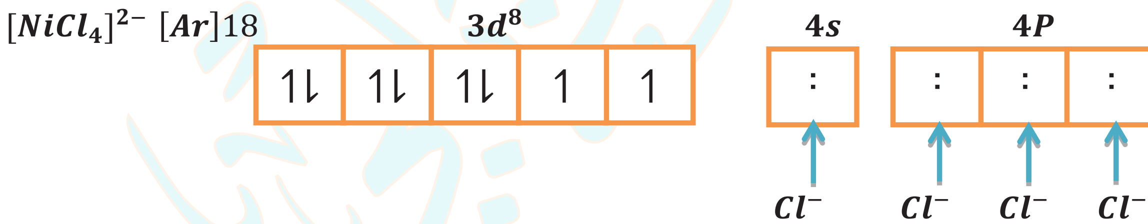
$X + (-1 \times 4) = -2 \Rightarrow X = +2$

Ni^{2+} $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4s^0$ $4P^0$



3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد :

$[NiCl_4]^{2-}$ $[Ar]_{18}$ $3d^8$ $4s$ $4P$





$[PtCl_4]^{2-}$ (د 2 / 2015) (ت / 2018)

1) الترتيب الالكتروني لعنصر البلاتين:

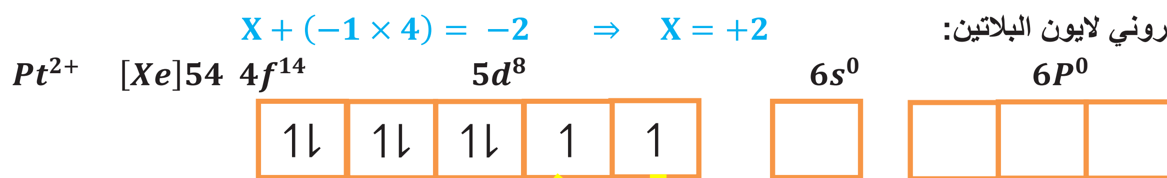
$_{78}Pt$ $[Xe]_{54}$ $4f^{14}$ $5d^8$ $6s^2$ $6P^0$



2) الترتيب الالكتروني لايون البلاتين:

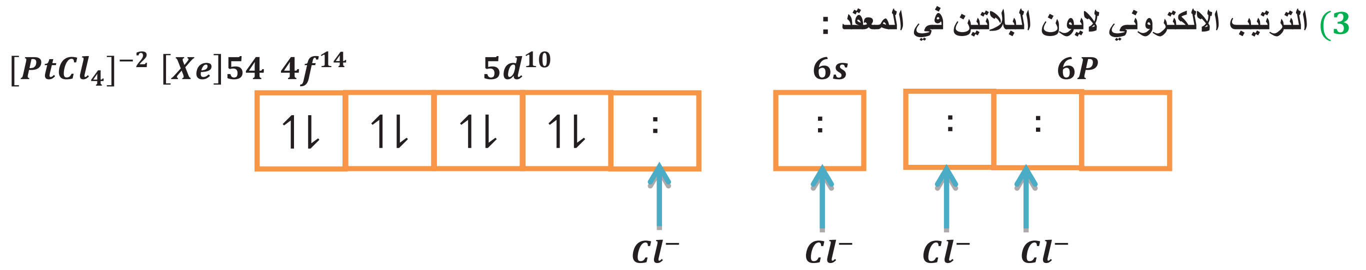
$X + (-1 \times 4) = -2 \Rightarrow X = +2$

Pt^{2+} $[Xe]_{54}$ $4f^{14}$ $5d^8$ $6s^0$ $6P^0$





3) الترتيب الالكتروني لايون البلاتين في المعقد :



نلاحظ الايون المعقد $[NiCl_4]^{2-}$ له صفات بارامغناطيسية لوجود الكترونات منفردة وان ايون الكلوريد ليكند ضعيف اما الايون $[PtCl_4]^{-2}$ فله صفات دايا لعدم وجود الكترونات منفردة لان الليكند Cl^- قوي بسبب ان عنصر البلاتين من عناصر السلسلة الثالثة وجميع الليكندات قوية مع هذه العناصر .

س/7) اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) قارن بين المركبين التناسقيين من حيث نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية) وما قيمة (μ) لكل منها ؟ $[(Ni(NH_3)_4]^{2+}$ ، $[(Ni(H_2O)_4]^{2+}$.

(2016 د/ 3) (2017 د/ 3) (2018 د/ 1 – خ ق) (2019 د/ 1 – خ ق)

ج/



1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:

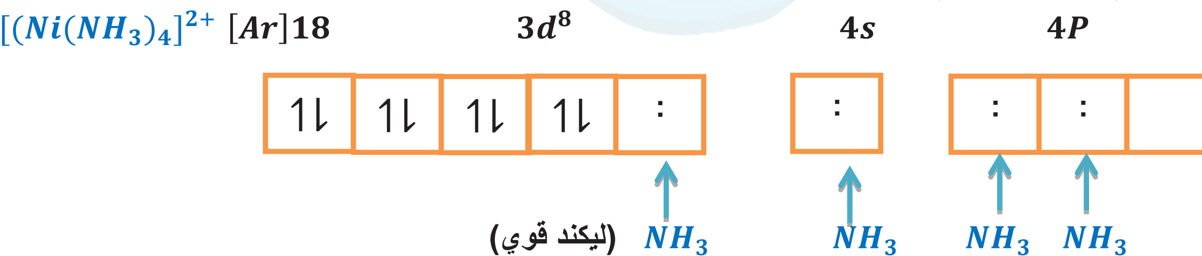


2) الترتيب الالكتروني لايون النيكل:

$X + (-1 \times 4) = -2 \Rightarrow X = +2$



3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد :



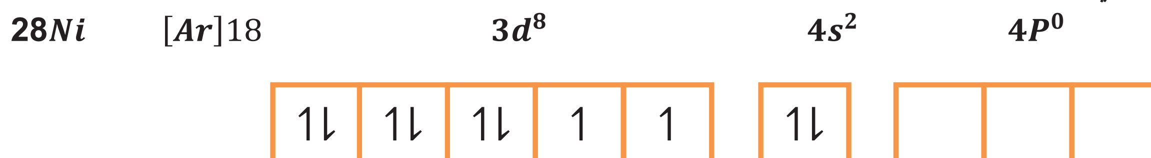
- نوع التهجين dsp^2
- الشكل الهندسي مربع مستوي .
- الصفة المغناطيسية دايامغناطيسي لان جميع الالكترونات مزدوجة .
- الزخم المغناطيسي: $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)} = 0$



$[Ni(H_2O)_4]^{2+}$

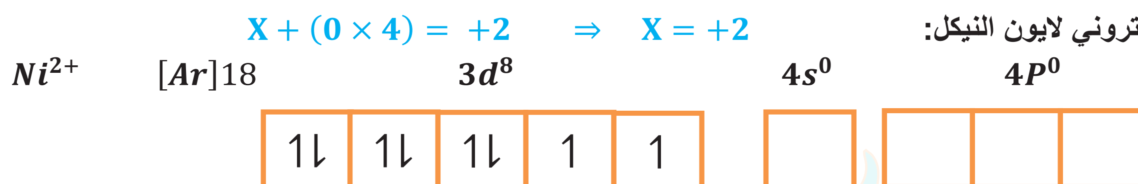
1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:

$28Ni \quad [Ar]18 \quad 3d^8 \quad 4s^2 \quad 4P^0$



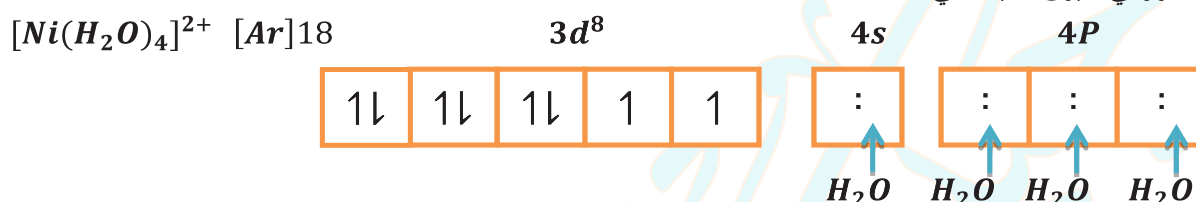
2) الترتيب الالكتروني لايون النيكل: $X + (0 \times 4) = +2 \Rightarrow X = +2$

$Ni^{2+} \quad [Ar]18 \quad 3d^8 \quad 4s^0 \quad 4P^0$



3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد :

$[Ni(H_2O)_4]^{2+} \quad [Ar]18 \quad 3d^8 \quad 4s \quad 4P$



- نوع التهجين sp^3 .
- الشكل الهندسي رباعي الاوجة منتظم .
- الصفة المغناطيسية بارامغناطيسي لوجود الكترونين غير مزدوجين .
- الزخم المغناطيسي: $\mu(B.M) = \sqrt{e(e+2)} \quad \sqrt{(2(2+2)} = \sqrt{8} = 2.82\ B.M$

س/8) اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) جد للمعقد $[Ni(CO)_4]$ نوع التهجين للذرة المركزية والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للمعقد . (2017 /د2- موصل)

ج/

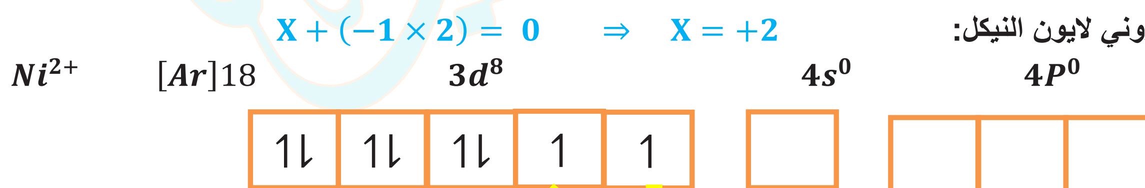
1) الترتيب الالكتروني لعنصر النيكل:

$28Ni \quad [Ar]18 \quad 3d^8 \quad 4s^2 \quad 4P^0$



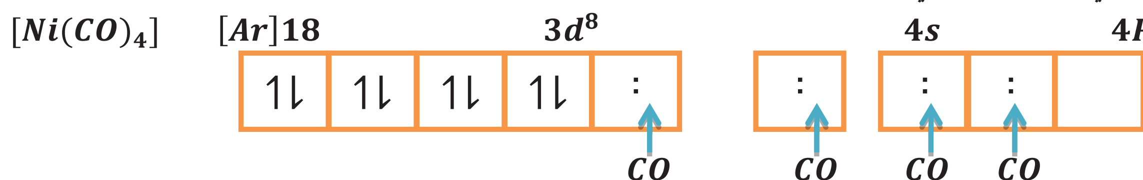
2) الترتيب الالكتروني لايون النيكل: $X + (-1 \times 2) = 0 \Rightarrow X = +2$

$Ni^{2+} \quad [Ar]18 \quad 3d^8 \quad 4s^0 \quad 4P^0$



3) الترتيب الالكتروني لايون النيكل في المعقد :

$[Ni(CO)_4] \quad [Ar]18 \quad 3d^8 \quad 4s \quad 4P$



- نوع التهجين dsp^2
- الشكل الهندسي مربع مستوي ، الصفة المغناطيسية دايامغناطيسي لان جميع الالكترونات مزدوجة .

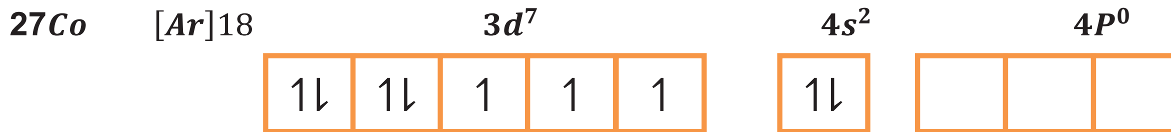


س/9) اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT جد نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزخم المغناطيسي للايون المعقد $[CoCl_4]^{2-}$ (العدد الذري للكوبلت = 27) (2 د/ 2017) (1 د/ 2019)

ج/

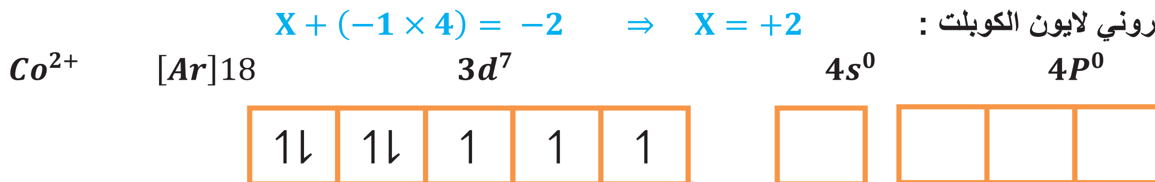
1) الترتيب الالكتروني لعنصر الكوبلت:

$_{27}Co$ $[Ar]_{18}$ $3d^7$ $4s^2$ $4P^0$



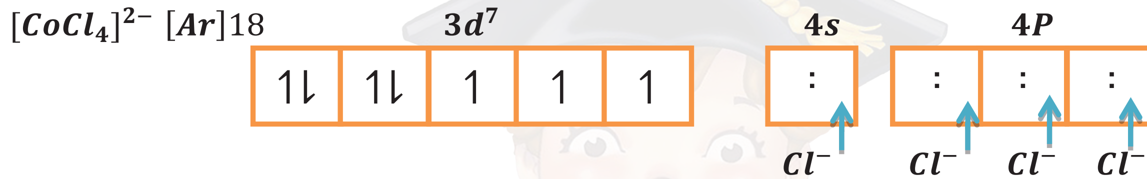
2) الترتيب الالكتروني لايون الكوبلت : $X + (-1 \times 4) = -2 \Rightarrow X = +2$

Co^{2+} $[Ar]_{18}$ $3d^7$ $4s^0$ $4P^0$



3) الترتيب الالكتروني لايون الكوبلت في المعقد :

$[CoCl_4]^{2-}$ $[Ar]_{18}$ $3d^7$ $4s$ $4P$



- نوع التهجين sp^3
- الشكل الهندسي رباعي الاوجة منتظم
- الحالة المغناطيسية بارامغناطيسي (لوجود ثلاث الكترونات منفردة)
- الزخم المغناطيسي: $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)} \quad \sqrt{(3(3+2)} = \sqrt{15} = 3.87\ B.M$

س/10) اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT جد نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزخم المغناطيسي للايون المعقد $[Co(CN)_4]^{2-}$ $(Co = 27)$ (1 د/ 2015 – خاص) (2 د/ 2017) (ت / 2019) (1 د/ 2019)

ج/

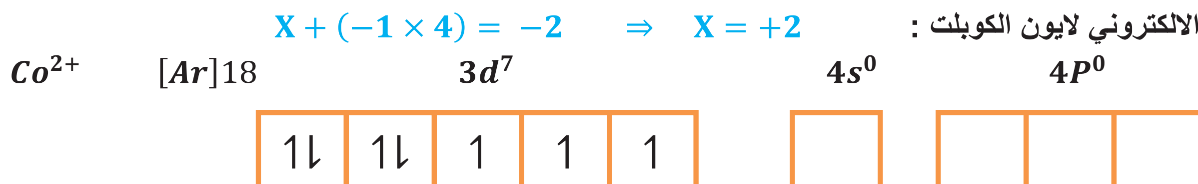
1) الترتيب الالكتروني لعنصر الكوبلت:

$_{27}Co$ $[Ar]_{18}$ $3d^7$ $4s^2$ $4P^0$



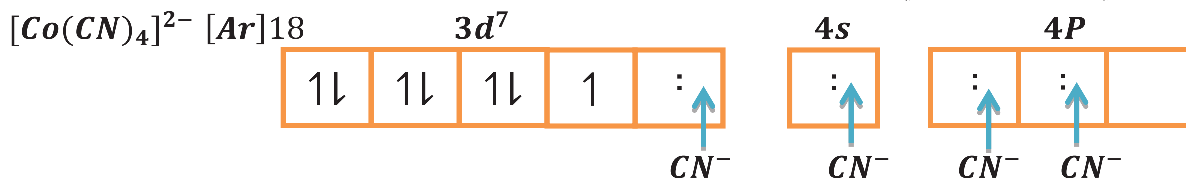
2) الترتيب الالكتروني لايون الكوبلت : $X + (-1 \times 4) = -2 \Rightarrow X = +2$

Co^{2+} $[Ar]_{18}$ $3d^7$ $4s^0$ $4P^0$



3) الترتيب الالكتروني لايون الكوبلت في المعقد :

$[Co(CN)_4]^{2-}$ $[Ar]_{18}$ $3d^7$ $4s$ $4P$



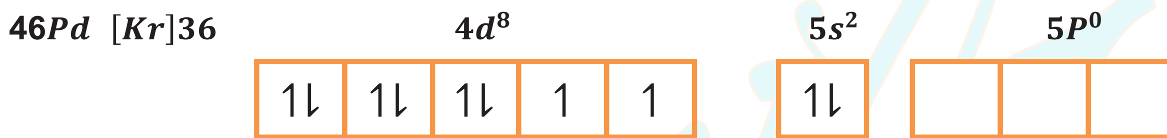
- نوع التهجين dsp^2
- الشكل الهندسي مربع مستوي
- الحالة المغناطيسية بارامغناطيسي (لوجود الكترون منفرد)
- الزخم المغناطيسي: $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)} \quad \sqrt{(1(1+2)} = \sqrt{3} = 1.73\ B.M$

س/11) اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) المعقد ، ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للايون المعقد $[PdCl_4]^{-2}$ ثم احسب μ ، (العدد الذري 46). (2013/ ت) (2014 /د2) (2016 /ت) (2017 /د 1) (2016 /د 1- خ ق) (2018 /د1)

ج/

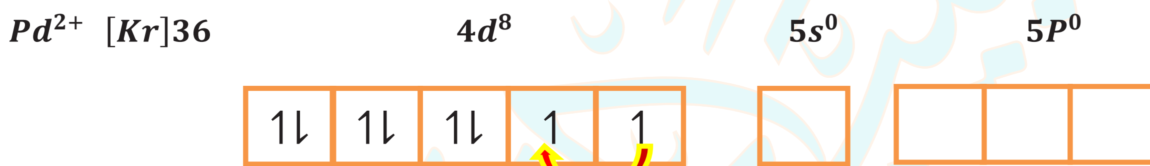
1) الترتيب الالكتروني لعنصر البلاديوم:

$46Pd \quad [Kr]36 \quad 4d^8 \quad 5s^2 \quad 5P^0$



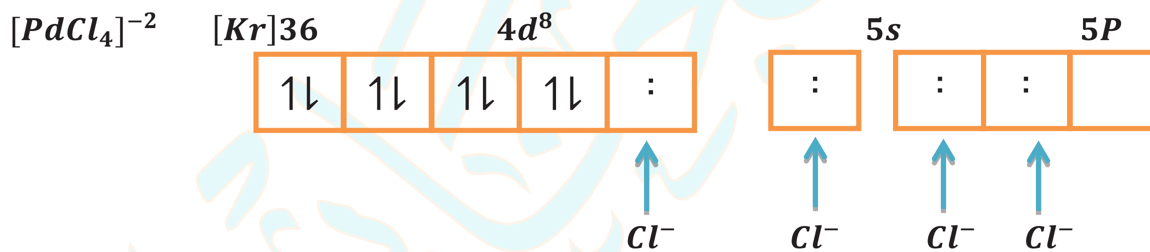
2) الترتيب الالكتروني لايون البلاديوم: $X + (-1 \times 4) = -2 \quad \Rightarrow \quad X = +2$

$Pd^{2+} \quad [Kr]36 \quad 4d^8 \quad 5s^0 \quad 5P^0$



3) الترتيب الالكتروني لايون البلاديوم في المعقد :

$[PdCl_4]^{-2} \quad [Kr]36 \quad 4d^8 \quad 5s \quad 5P$



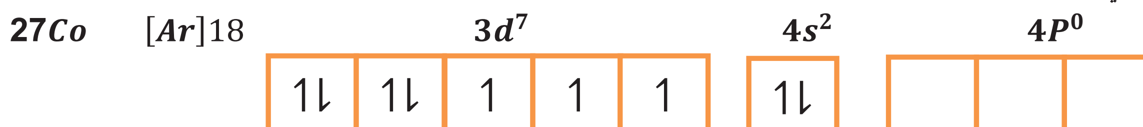
- نوع التهجين dsp^2 .
- الشكل الهندسي مربع مستوي .
- الصفة المغناطيسية دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات منفردة .
- الزخم المغناطيسي $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)} = 0$

س/12) اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ (VBT) المعقد ، ما نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية للايون المعقد $[Co(H_2O)_4]^{2+}$ ثم احسب μ ، (العدد الذري 27) $\sqrt{15} = 3.87$. (2014 /د1) (2017 /د 2- خ ق) (2017 /د 1- موصل)

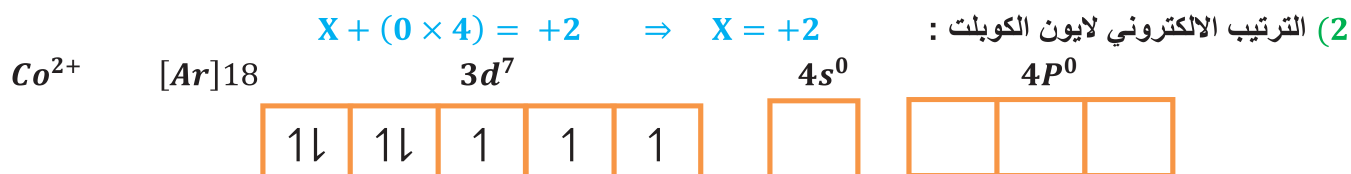
ج/

1) الترتيب الالكتروني لعنصر الكوبلت:

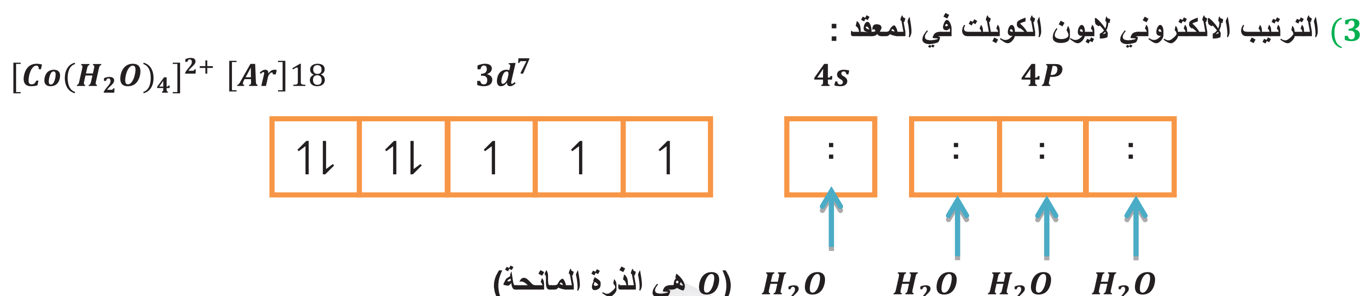
$27Co \quad [Ar]18 \quad 3d^7 \quad 4s^2 \quad 4P^0$



2) الترتيب الالكتروني لايون الكوبلت : $X + (0 \times 4) = +2 \Rightarrow X = +2$



3) الترتيب الالكتروني لايون الكوبلت في المعقد :



- نوع التهجين sp^3 ،
- الشكل الهندسي رباعي الاوجة منتظم
- الحالة المغناطيسية بارامغناطيسي
- الزخم المغناطيسي: $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)} \quad \sqrt{(3(3+2)} = \sqrt{15} = 3.87\ B.M$

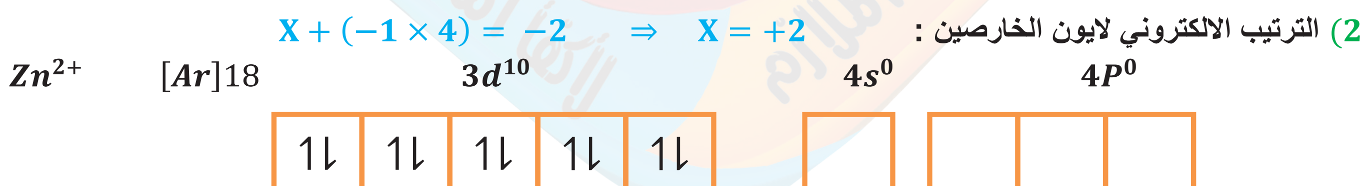
س13/ اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT جد نوع التهجين والشكل الهندسي والصفة المغناطيسية والزخم المغناطيسي للايون المعقد $[Zn(CN)_4]^{2-}$ (العدد الذري للخارصين = 30) (2013 /د3) (2014 /د3)

ج/

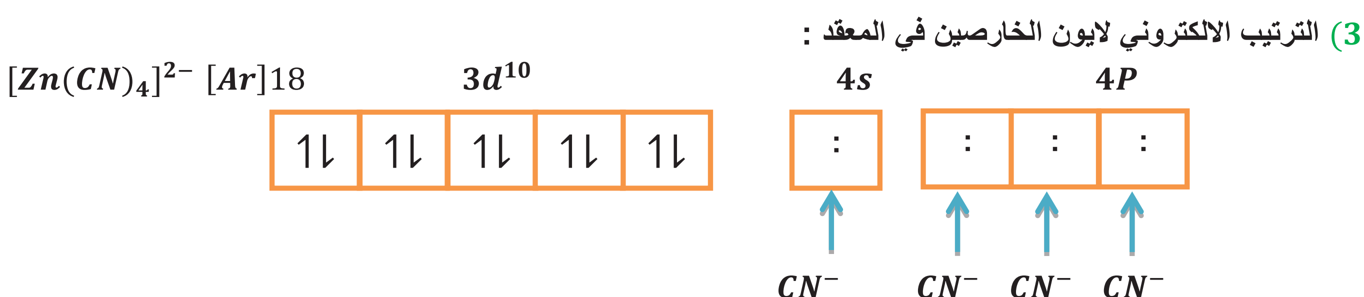
1) الترتيب الالكتروني لعنصر الخارصين:



2) الترتيب الالكتروني لايون الخارصين : $X + (-1 \times 4) = -2 \Rightarrow X = +2$



3) الترتيب الالكتروني لايون الخارصين في المعقد :



- نوع التهجين sp^3
- الشكل الهندسي رباعي الاوجة منتظم
- الحالة المغناطيسية دايامغناطيسي (لعدم وجود الكترون منفرد) (CN^- ليكند قوي ضاغط ولكن d ممتلىء)

س14/ قارن بين $[Zn(CN)_4]^{2-}$ و $[Pd(CN)_4]^{2-}$ اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT من حيث 1) نوع التهجين 2) الشكل الهندسي 3) الصفة المغناطيسية للمعقد ولماذا (العدد الذري $Zn = 30$ ، $Pd = 46$)

(2د/ 2018)

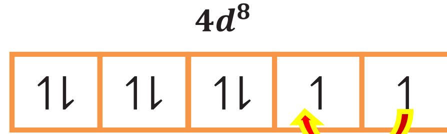
ج/

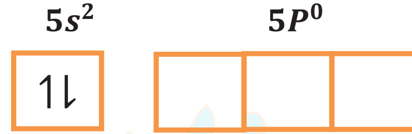
$[Zn(CN)_4]^{2-}$ كما في الحل اعلاه

$[Pd(CN)_4]^{2-}$ كالاتي:

1) الترتيب الالكتروني لعنصر البلاديوم:

$46Pd\ [Kr]36 \quad 4d^8 \quad 5s^2 \quad 5P^0$

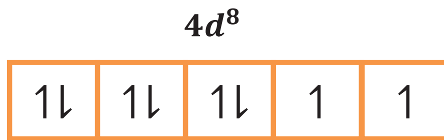




2) الترتيب الالكتروني لايون البلاديوم:

$X + (-1 \times 4) = -2 \quad \Rightarrow \quad X = +2$

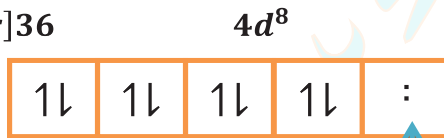
$Pd^{2+}\ [Kr]36 \quad 4d^8 \quad 5s^0 \quad 5P^0$

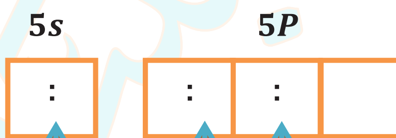




3) الترتيب الالكتروني لايون البلاديوم في المعقد :

$[Pd(CN)_4]^{2-}\ [Kr]36 \quad 4d^8 \quad 5s \quad 5P$





CN^- CN^- CN^- CN^-

- نوع التهجين dsp^2 .
- الشكل الهندسي مربع مستوي .
- الصفة المغناطيسية دايا مغناطيسية لعدم وجود الكترونات منفردة .

او لاحظ الحل النموذجي كما ورد من الكونترول

الدور / الثاني — الفرع / الأحيائي — 2017 / 2018
اسم المادة / الكيمياء
جواب السؤال (الثالث) فرع (ب)

الدرجة	الجواب النموذجي	الصفحة	السؤال
1	$[Pd(CN)_4]^{-2}$ $_{46}Pd\ [Kr]_{36}\ 4d^8\ 5s^2\ 5p^0$ — $Pd + (-1\times4) = -2$, $Pd = +2$ $_{46}Pd\ [Kr]_{36}\ 4d^8\ 5s^0\ 5p^0$	220	
1	$[Pd(CN)_4]^{-2}\ [Kr]_{36}\ 4d^8\ 5s\ 5p$ (CN CN CN CN)		
1 1 2	نوع التهجين dsp^2 الشكل الهندسي مربع مستوي الصفة المغناطيسية دايا مغناطيسية لعدم وجود e منفردة .		
1	$[Zn(Cl)_4]^{-2}$ $_{30}Zn\ [Ar]_{18}\ 3d^{10}\ 4s^2\ 4p^0$ — $Zn + (-1\times4) = -2$, $Zn = +2$		
1	$_{28}Zn^{+2}\ [Ar]_{18}\ 3d^{10}\ 4s^0\ 4p^0$ $[Zn(Cl)_4]^{-2}\ [Ar]_{18}\ 3d^{10}\ 4s\ 4p$ (Cl Cl Cl Cl)		
1 1 2	نوع التهجين sp^3 الشكل الهندسي رباعي الاوجه منتظم الصفة المغناطيسية دايا مغناطيسية لعدم وجود e منفردة .		

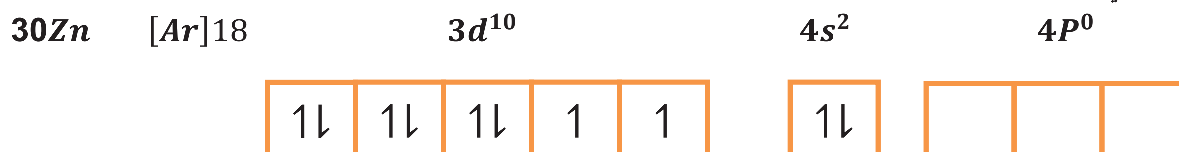


س/15) جد للمعقد $[ZnCl_2(NH_3)_2]$ اعتماداً على نظرية اصرة التكافؤ VBT (1 نوع التهجين (2 الشكل الهندسي (3 الصفة المغناطيسية للمعقد ولماذا (العدد الذري $Zn = 30$) .

ج/ (2014 د/ 2- خاص) (2015 /د2) (2016 /د2) (2019 /د2)

1) الترتيب الالكتروني لعنصر الخارصين:

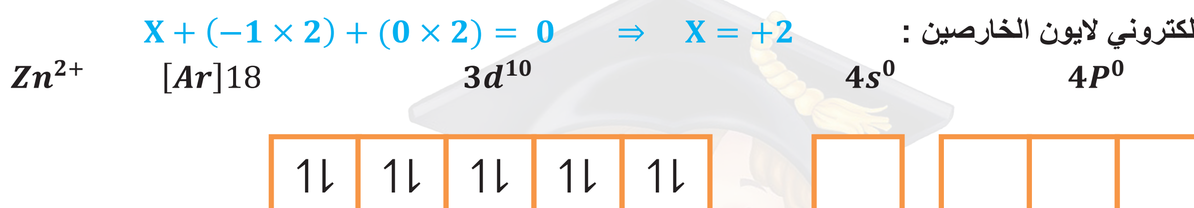
$_{30}Zn$ $[Ar]18$ $3d^{10}$ $4s^2$ $4P^0$



2) الترتيب الالكتروني لايون الخارصين :

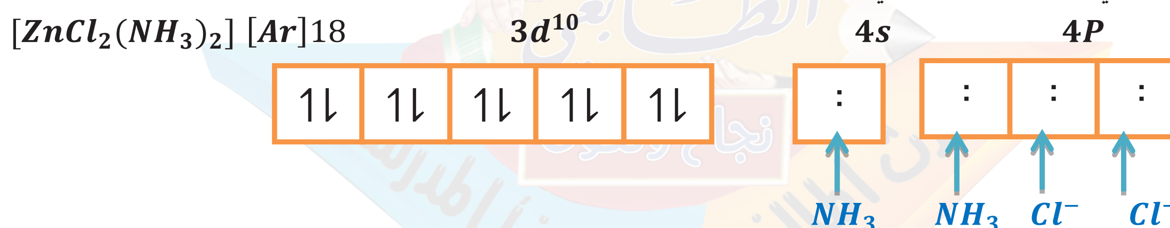
$X + (-1 \times 2) + (0 \times 2) = 0 \Rightarrow X = +2$

Zn^{2+} $[Ar]18$ $3d^{10}$ $4s^0$ $4P^0$



3) الترتيب الالكتروني لايون الخارصين في المعقد :

$[ZnCl_2(NH_3)_2]$ $[Ar]18$ $3d^{10}$ $4s$ $4P$



NH_3 NH_3 Cl^- Cl^-

- نوع التهجين sp^3
- الشكل الهندسي رباعي الاوجة منتظم
- الحالة المغناطيسية دايامغناطيسي (لعدم وجود الكترون منفرد)
- الزخم المغناطيسي $\mu(B.M) = \sqrt{(e(e+2)} = 0$.

الفصل السادس – الكيمياء التحليلية

التعاريف

1) التحليل الكمي: (2013/ د2)
وهي مجموعة من طرائق التحليل الكيميائي التي تهدف الى ايجاد كمية مكون معين في كمية معينة من النموذج .

2) المعامل الوزني G_f : (2014/ د2) (2015/ د1) (2015/ د 1- خاص) (2016/ ت) (2017/ د1) (2017/ د 1- موصل)
هو النسبة بين الكتلة المولية للمكون المراد تقديره الى الكتلة المولية للصيغة الوزنية (الراسب) على شرط ان تحوي كلتا الصيغتين على نفس العدد من ذرات العنصر(او جزيئات) المكون المراد تقديره وهو خالي من الوحدات . (2017/ د3)

3) المحلول القياسي: (2015/ د 1- ق خ)
هو ذلك المحلول الذي يحوي حجم معين منه على كمية محددة ومعلومة من الكاشف (عدد غرامات او عدد مولات او عدد غرامات مكافئة . . .) وهو على نوعين محلول قياسي اولي ومحلول قياسي ثانوي .

4) نقطة التكافؤ: (2014/ ت) (2014/ د1) (2019/ د3)
هي نقطة نظرية (افتراضية) يكون من المفروض عندها ان تتكافئ كمية المادة القياسية المضافة من السحاحة مع كمية المادة المجهولة الموجودة في الدورق المخروطي ، ويمكن تحديدها من خلال تغير لون المحلول او تكون راسب ويمكن تمييز ذلك بسهولة بالعين المجردة .

5) نقطة نهاية التفاعل: (2018/ ت)
هي نقطة ينتهي (يكتمل) عندها التفاعل المستعمل في عملية التسحيح بين المادة القياسية والمادة المجهولة ويحدد موقعها عملياً بالاعتماد على احد الدلائل المناسبة .

5) الدلائل: (2018/ د1) (2013/ د 1- ق خ)
هي مواد كيميائية تضاف عادة الى محلول التسحيح ولا تشترك في التفاعل بل يتغير لونها او احدى صفاتها الفيزيائية بشكل واضح عند نقطة نهاية التفاعل .

6) التركيز العياري(النورمالي): (2015/ د 1- ق خ)
هو عدد المكافئات الغرامية المذابة في لتر واحد من المحلول $N = \frac{m(g)}{EM(g/eq)} \times \frac{1}{V(L)}$.

7) الكتلة المكافئة (EM) : (2014/ د 1- خاص)
وهي كتلة المادة التي تنتج او تستهلك مولاً واحداً من المكون الفعال (الذي يشترك في التفاعل) وهي كمية غير ثابتة اي تتغير مع تغير نوع التفاعل الكيميائي الذي تشترك فيه المادة .

8) الكتلة المكافئة للحامض:
وهي كتلة الحامض التي تحوي على مول واحد من ذرات الهيدروجين القابلة للإبدال في التفاعل . (2016/ د1)



التعاليل

1) يصنف ايون الرصاص Pb^{2+} ضمن المجموعتين I و II ؟ (2014/ د -1 خاص) (2014/ د -2 خاص)

ج/ وذلك لكون ذوبانية كلوريد الرصاص $PbCl_2$ كبيرة نسبياً مما يسبب بعض الاحيان عدم ترسبه بشكل تام عند اضافة HCl .

2) في عملية التحليل الوزني يجب ان يكون الراسب المتكون غير ذائب بدرجة كافية . (2018/د1) (2019/د3)

ج/ لاجل عدم حصول خسارة ملحوظة للمكون المراد تقديره عند جمعه بعملية الترشيح .

3) ان اجراء عملية الترسيب عند درجات حرارة عالية يؤدي الى تكوين راسب متبلور .

ج/ وذلك لان رفع درجة الحرارة يؤدي الى زيادة ذوبانية معظم الرواسب اي بطء الترسيب واتاحة الوقت اللازم لبناء بلورات .

(2013/د1) (2017/ د -2 موصل) (2017/د3)

4) يفضل اجراء عملية الترسيب في محاليل مخففة للمكون المراد تقديره وللعامل المرسب .

ج/ لان ذلك يؤدي الى بطء الترسيب مما يعطي فرصة لبناء بلورات الراسب . (2018/د3)

5) يفضل ان يكون للمواد القياسية كتلة مكافئة EM عالية . (2017/ د -2 ق خ) (2018/ د -1 ق خ)

ج/ لتقليل الخطأ الذي قد ينتج في اثناء عملية الوزن اللازمة للتحضير .

وزاريات التحليل النوعي

1) كيف يمكن الفصل بين ايوني Hg^{2+} و Hg_2^{2+} . (2013/ت)

ج/ ايون Hg_2^{2+} من ايونات المجموعة I ويمكن ترسيبه بأضافة محلول حامض HCl المخفف ليتكون راسب ابيض هو كلوريد الزئبق I : Hg_2Cl_2

$$Hg_2^{2+} + HCl \longrightarrow Hg_2Cl_2$$

ويفصل بالترشيح امـــا ايون Hg^{2+} فهو من ايونات المجموعة II حيث يبقى ذائباً في المحلول ويمكن ترسيبه بأمرار غاز H_2S بوجود HCl المخفف ليترسب على هيئة $HgCl_2$.

2) كيف يمكن الفصل بين ايونات الفضة والكادميوم والحديد (III) ؟ (2013/د1) (2013/د3) (2017/د2)

ج/ بما ان ايون الفضة Ag^+ يصنف ضمن المجموعة I ويفصل بأضافة محلول HCl المخفف ليترسب على هيئة كلوريد الفضة $AgCl$ ، ثم يفصل بالترشيح ، وايون الكادميوم Cd^{2+} ضمن المجموعة II ويفصل بأمرار غاز H_2S المحمض فيترسب على هيئة CdS ثم يفصل بالترشيح ، وايون الحديد (III) Fe^{3+} يصنف ضمن المجموعة الثالثة A ، حيث يبقى لوحده في المحلول بعد ترسيب Ag^+ و Cd^{2+} و يتم ترسيبه بأضافة محلول NH_4OH و NH_4Cl على هيئة هيدروكسيد الحديد (III) $Fe(OH)_3$.

3) يمكن فصل ايون Cu^{2+} عن ايون Zn^{2+} وذلك بإضافة . . . . (2013/د2)

ج/ كبريتيد الهيدروجين H_2S بوجود HCl المخفف

4) العامل المرسب للمجموعة الثالثة (A) هو .... (2د/ 2014)

ج/ هيدروكسيد الامونيوم NH_4OH مع كلوريد الامونيوم NH_4Cl .

5) كيف يتم الفصل بين ايونات الفضة Ag^+ والباريوم Ba^{2+} والالمنيوم Al^{3+} ؟ (3د/ 2014)

ج/ بما ان ايون الفضة Ag^+ يصنف ضمن المجموعة I ويفصل بأضافة محلول HCl المخفف ليترسب على هيئة كلوريد الفضة $AgCl$ ، ثم يفصل بالترشيح ، وايون الباريوم Ba^{2+} ضمن المجموعة II ويفصل بأمرار غاز H_2S المحمض فيترسب على هيئة BaS ثم يفصل بالترشيح ، وايون الالمنيوم Al^{3+} (III) يصنف ضمن المجموعة الثالثة A ، حيث يبقى لوحده في المحلول بعد ترسيب Ag^+ و Ba^{2+} و يتم ترسيبه بأضافة محلول NH_4OH و NH_4Cl على هيئة هيدروكسيد الالمنيوم (III) $Al(OH)_3$.

6) العامل المرسب للايونات الموجبة في المجموعة الثانية هو .... بوجود ....

(3د/ 2016) (1د/ 2017) (ت/ 2014)

ج/ كبريتيد الهيدروجين H_2S بوجود HCl المخفف

7) تترسب الايونات الموجبة للمجموعة الاولى على هيئة .... (2د/ 2016)

ج/ كلوريدات .

8) يمكن فصل ايون Cu^{2+} عن ايون Ca^{2+} وذلك بإضافة .... (1د/ 2019) (3د/ 2016)

ج/ H_2S بوجود HCl .

9) العامل المرسب لايونات المجموعة الرابعة هو .... (2017 /د 1- ق خ)

ج/ $(NH_4)_2CO_3$ بوجود NH_4OH و NH_4Cl .

10) اكمل ثم وازن المعادلة الاتية: (2د/ 2019)

$$Bi^{3+} + H_2S \longrightarrow$$

ج/

$$2Bi^{3+} + 3H_2S \longrightarrow Bi_2S_3 + 6H^+$$

11) العامل المرسب للايونات الموجبة في المجموعة الثانية هو ....

(2019 /د 1- ق خ)

ج/ كبريتيد الهيدروجين H_2S .

التعداد

1) يمكن انجاز خطوة عزل المادة (التي تحوي المكون المراد تقديره) في عملية التحليل الوزني بعدد من الطرائق عددها .

(1د/ 2019)

ج/

أ) طرائق التطاير

ب) طرائق الترسيب

ج) طرائق الترسيب الكهربائي

د) طرائق فيزيائية اخرى



2) ما هي خطوات طرائق الترسيب عددها . (2016 /د3)

1) اذابة كتلة معلومة ومضبوطة من العينة بمذيب مناسب .
2) ترسيب المكون المراد تقديره من محلول العينة على هيئة راسب وبصيغة كيميائية معلومة تدعى صيغة الترسيب .
3) فصل وعزل الراسب بالترشيح .
4) غسل الراسب بعد فصله بالترشيح والموجود على ورقة الترشيح بأضافة محلول غسيل ملائم على الراسب .

---

3) ما هي اهم العوامل التي تؤدي الى نجاح عملية التحليل الوزني بطريقة الترسيب .

(2014 /د3) (2015 /د1- خاص) (2017 /د2- خ ق) (2019 /د2)

ج/
1) يجب ان يكون الراسب المتكون غير ذائب بدرجة كافية (قابلية ذوبان قليلة جداً) .
2) ان يتمتع الراسب بصفات فيزيائية مناسبة تمكن من الفصل منها تكون دقائق الراسب ذات حجم كبير نسبياً وان يكون الراسب بلورياً ان لايتأثر حجم هذه الدقائق بعملية الغسل .
3) ان تكون هناك امكانية لتحويل الراسب الى مادة نقية وذات صيغة كيميائية معلومة وثابتة (صيغة وزنية) ، ويتم ذلك عن بالتجفيف او الحرق او معاملة الراسب بكواشف كيميائية مناسبة .

---

4) العوامل (الشروط) المؤثرة على حجم دقائق الراسب . (2013 /د2)

ج/
1) طبيعة الراسب وتركيبه الكيميائي .
2) ذوبانية الراسب .
3) درجة الحرارة .
4) تراكيز المواد التي تشترك في عملية الترسيب .

---

5) ما هي شروط المحاليل القياسية عددها .

(2015 /د2) (2016 /د1- خ ق) (2016 /د3) (2017 /د1) (2017 /ت) (2018 /د2) (2018 /د2- خ ق)

ج/
1) يجب ان تكون ذات نقاوة عالية .
2) يجب ان لاتتفاعل او تمتص مكونات الهواء الجوي (H_2O او CO_2 او O_2) .
3) يفضل ان يكون لها كتلة مكافئة EM عالية لتقليل الخطأ الذي قد ينتج في اثناء عملية الوزن اللازمة للتحضير .
4) يجب ان تكون قابلة للذوبان في المذيب المستعمل (الماء دائماً) .
5) يفضل ان لا تكون سامة .
6) ان تكون رخيصة الثمن ومتوفرة .

وزاريات التطاير

1) عند حرق $5.7\ mg$ من مركب عضوي نتج $14.4\ mg$ من غاز ثنائي اوكسيد الكاربون و $2.5\ mg$ من بخار الماء احسب النسبة المئوية للكاربون والهيدروجين في المركب . (2017 /د3- موصل)

ج/ نحسب كتلة الكاربون من كتلة غاز CO_2 ، وكتلة الهيدروجين من كتلة بخار H_2O :

1) نجد % للكاربون:



$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$



$$m_C = m_{CO_2}(mg) \times \frac{M_C\,(g/mol)}{M_{CO_2}\,(g/mol)} = 14.4\,mg \times \frac{12\,(g/mol)}{44\,(g/mol)} = 3.94\,mg$$

$$\%\,C = \frac{m_C}{m_{\text{المركب}}} \times 100 = \frac{3.94\,mg}{5.7\,mg} \times 100 = 68.9\,\%$$

2) نجد % للهيدروجين:

$$m_H = m_{H_2O}(mg) \times \frac{M_{H_2}\,(g/mol)}{M_{H_2O}\,(g/mol)} = 2.5\,mg \times \frac{2\,(g/mol)}{18\,(g/mol)} = 0.28\,mg$$

$$\%\,H = \frac{m_H}{m_{\text{المركب}}} \times 100 = \frac{0.28\,mg}{5.7\,mg} \times 100 = 4.9\,\%$$

---

2) تم تحليل مركب عضوي لمعرفة النسبة المئوية للكاربون فيه بطريقة التطاير المباشرة . فبعد حرق $15.24\,mg$ من المركب بوجود الاوكسجين وامتصاص غاز CO_2 في وسط مناسب ، وجد ان كتلة CO_2 تساوي $22.36\,mg$ ، احسب النسبة المئوية لعنصر الكاربون في المركب . (ت/ 2013)

ج/



$$C \longrightarrow CO_2$$

$$m_C = m_{CO_2}(mg) \times \frac{M_C\,(g/mol)}{M_{CO_2}\,(g/mol)}$$

$$m_C = 22.36\,mg \times \frac{12\,(g/mol)}{44\,(g/mol)} = 6.1\,mg$$

$$\%\,C = \frac{m_C}{m_{\text{المركب}}} \times 100 = \frac{6.1\,mg}{15.24\,mg} \times 100 = 40\,\%$$

وزاريات الترسيب

1) احسب المعامل الوزني لـ $Na_5P_3O_{10}$ $(M = 368\,g/mol)$ في $Mg_2P_2O_7$ $(M = 222\,g/mol)$.
(د1/ 2013) (د2 - خ ق/ 2018) (د1 - خ ق/ 2019) (د2/ 2019)

ج/

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{Na_5P_3O_{10}}\,(g/mol)}{M_{Mg_2P_2O_7}\,(g/mol)} = \frac{2}{3} \times \frac{368(\,g/mol)}{222(g/mol)} = 1.1$$

---

2) احسب المعامل الوزني للحديد $(M = 56\,g/mol)$ في Fe_2O_3 $(M = 160\,g/mol)$
(د1 - خ ق/ 2013) (د1/ 2014) (د2/ 2016) (د3/ 2016) (د2/2017 - موصل) (د2/ 2018)

ج/

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{Fe}\,(g/mol)}{M_{Fe_2O_3}\,(g/mol)} = \frac{2}{1} \times \frac{56(\,g/mol)}{160(g/mol)} = 0.7$$

---

3) احسب المعامل الوزني للـFe_2O_3 $(M = 160\,g/mol)$ في Fe_3O_4 $(M = 231\,g/mol)$ (د2/2017)

ج/

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{Fe_2O_3}}{M_{Fe_3O_4}} = \frac{3}{2} \times \frac{160}{231} = 1.038$$

4) احسب المعامل الوزني لـ MgI_2 $(M = 278\ g/mol)$ في AgI $(M = 235\ g/mol)$. (2017 /د 1- خ ق)

ج/

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{MgI_2}}{M_{AgI}} = \frac{1}{2} \times \frac{278}{235} = 0.59$$

---

5) عند اذابة $0.5\ g$ من ملح غير نقي ليوديد الصوديوم NaI $(M = 150\ g/mol)$ في الماء واضافة زيادة من محلول نترات الفضة $AgNO_3$ لترسيب ايون اليوديد بشكل تام ، تم الحصول على $0.744\ g$ من يوديد الفضة AgI $(M = 235\ g/mol)$ احسب النسبة المئوية ليوديد الصوديوم في الملح غير النقي .

(2017 /د 2- موصل) (2016/د1) (2014 /ت) (2013/د3)

ج/

1) نجد G_f:

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{NaI}\,(g/mol)}{M_{AgI}\,(g/mol)} = \frac{1}{1} \times \frac{150(\,g/mol)}{235(g/mol)} = 0.638$$

2) نجد m_{NaI} :

$$m_{NaI} = G_f \times m_{AgI} = 0.638 \times 0.744\ g = 0.475\ g$$

3) نجد % لـ NaI :

$$\%NaI = \frac{m_{NaI}}{m_{\text{العينة}}} \times 100 = \frac{0.475\ g}{0.5\ g} \times 100 = 95\ \%$$

---

6) احسب النسبة المئوية للفسفور الموجود في نموذج من الفوسفات وزنه $0.68\ g$ تم ترسيبه ثم احرق واصبح على هيئة بايروفوسفات المغنيسيوم $Mg_2P_2O_7$ والذي كان وزنه النهائي $0.435\ g$ ، علماً ان الكتل الذرية لـ $O = 16$ ، $P = 31$ ، $Mg = 24$

(2017 /د 2- خ ق) (2016 /د 1- خ ق)

ج/

1) نجد M لـ $Mg_2P_2O_7$:

$$M_{Mg_2P_2O_7} = (24 \times 2) + (31 \times 2) + (16 \times 7) = 222\ g/mol$$

2) نجد G_f:

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_P\,(g/mol)}{M_{Mg_2P_2O_7}\,(g/mol)} = \frac{2}{1} \times \frac{31(\,g/mol)}{222(g/mol)} = 0.28$$

3) نجد m_P :

$$m_{NaI} = G_f \times m_{AgI} = 0.28 \times 0.435\ g = 0.12\ g$$

4) نجد % لـ P:

$$\%NaI = \frac{m_{NaI}}{m_{\text{العينة}}} \times 100 = \frac{0.2\ g}{0.68\ g} \times 100 = 18\ \%$$

---

7) احسب النسبة المئوية لمبيد الحشرات $C_{14}H_9Cl_5$ $(M = 354.5\ g/mol)$ في عينة غير نقية منه ، تم تحليل $0.74\ g$ منها وزنياً لتعطي $0.253\ g$ من $AgCl$ $(M = 143.5\ g/mol)$

(2019/د3)

ج/

$$G_f = \frac{a}{b} \times \frac{M_{C_{14}H_9Cl_5}\,(g/mol)}{M_{AgCl}\,(g/mol)} = \frac{1}{5} \times \frac{354.5\ g/mol}{143.5\ g/mol} = 0.5$$

$$m_{C_{14}H_9Cl_5}(g) = G_f \times m_{AgCl}(g) = 0.5 \times 0.253\ \text{g} = 0.1265g$$

$$\%\ C_{14}H_9Cl_5 = \frac{m_{C_{14}H_9Cl_5}(g)}{m_{\text{العينة}}\,(g)} \times 100$$

$$\%\ C_{14}H_9Cl_5 = \frac{0.1265\ (g)}{0.74\ \ (g)} \times 100$$

$$\%\ C_{14}H_9Cl_5 = 17\ \%$$

وزاريات التحليل الحجمي

1) ما الكتلة اللازمة من ثنائي كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ $(M = 294\ g/mol)$ لتحضير محلول بحجم $2L$ وتركيز $0.12N$ من هذا الكاشف ليستعمل كعامل مؤكسد بحسب التفاعل التالي ؟

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6Fe^{2+} \rightleftharpoons 2Cr^{3+} + 7H_2O + 6Fe^{3+}$$



ج/ (2د/2014) (1د/2015) (ت/ 2017)

1) نجد η :
$$2X + (-2 \times 7) = -2 \Rightarrow 2X = +12 \Rightarrow X = +6$$
فالكروم عامل مؤكسد لانه عانى اختزال حيث قل عدد التأكسد من $(+6)$ الى $(+3)$ ، اي كل ذرة اكتسبت ثلاثة الكترونات ولكن المركب يحوي ذرتي كروم اي مول واحد يكتسب ستة الكترونات اي:

η = عدد الالكترونات المكتسبة = $6\ eg/mol$ (للعامل المؤكسد)

2) نجد EM :
$$EM_{K_2Cr_2O_7} = \frac{M_{K_2Cr_2O_7}}{\eta} = \frac{294\ g/mol}{6\ eq/mol} = 49\ g/eq$$

3) نجد m :
$$m\ (g) = N\ (eq/L) \times EM(g/eq) \times V(L)$$
$$m\ (g) = 0.12\ eq/L \times 49\ g/eq \times 2L = 11.79g$$

---

2) ما هي الكتلة اللازمة من هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ $(M = 40\ g/mol)$ لتحضير $500\ ml$ من محلول تركيزه 0.2 M ؟ (د/ 2014 -2 خاص)

ج/
$$m\ (g) = \text{M}\ (mol/L) \times M(g/mol) \times V(L)$$
$$m\ (g) = 0.2\ (mol/L) \times 40(g/mol) \times 500\ ml \times \frac{1L}{1000\ ml}$$
$$m\ (g) = 4\ g$$

---

3) عند استعمال حامض الكبريتيك في تفاعلات التعادل تكون قيمة $\eta = 2\ eq/mol$. احسب عيارية محلول هذا الحامض تركيزه $0.23\ mol/L$. (د/ 2016 -2 خ ق)

ج/
$$N\frac{eq}{L} = \eta\frac{eq}{mol} \times \text{M}\frac{mol}{L} = 2\ eq/mol \times 0.23\ mol/L = 0.46\ eq/L$$

---

4) جد مولارية محلول من $Al_2(SO_4)_3$ عيارته $0.3N$. (ت/ 2018) (د/ 2018 -2 خ ق)

ج/ ايون الالمنيوم احد ايونات المجموعة $IIIA$ ويشترك في تفاعل ترسيب:

$Al_2(SO_4)_3$ η = عدد الايونات الموجبة × تكافؤها $= 2 \times 3 = 6\ eq/mol$

$$N\ (eq/L) = \eta\ eg/mol \times \text{M}\ mol/L$$
$$0.3\ (eq/L) = 6\ eq/mol \times \text{M}\ mol/L$$
$$\text{M} = 0.05\ mol/L$$



5) ما هي مولارية وعيارية محلول هيدروكسيد الباريوم $M = 171\ g/mol$ المحضر بإذابة $9.5\ g$ من هذه المادة في $2L$ من المحلول والمستعمل في تفاعل حامض ـ قاعدة ؟ (د2/2016) (د2/2018)

ج/

1) نجد المولارية M :

$$M = \frac{m(g)}{M(g/mol)} \times \frac{1}{V(L)}$$

$$M = \frac{9.5\ g}{171\ g/mol} \times \frac{1}{2L} = 0.027\ mol/l$$

2) نجد العيارية N :

$(Ba(OH)_2)$ $\eta =$ عدد مجاميع الهيدروكسيد OH^- المتأينة $= 2\ eq/mol$

$$N = \eta\ eq/mol \times M\ mol/L$$

$$N = 2\ eq/mol \times 0.027 \frac{mol}{L} = 0.054\ eg/l$$

---

6) ما هي مولارية وعيارية محلول هيدروكسيد الباريوم $M = 171\ g/mol$ المحضر بإذابة $8.55\ g$ من هذه المادة في $2.5L$ من المحلول والمستعمل في تفاعل حامض ـ قاعدة ؟ (د3/2017)

ج/

1) نجد المولارية M :

$$M = \frac{m(g)}{M(g/mol)} \times \frac{1}{V(L)}$$

$$M = \frac{8.55\ g}{171\ g/mol} \times \frac{1}{2.5L} = 0.02\ mol/l$$

2) نجد العيارية N :

$\eta =$ عدد مجاميع الهيدروكسيد OH^- المتأينة $= 2\ eq/mol$

$$N = \eta\ eq/mol \times M\ mol/L$$

$$N = 2\ eq/mol \times 0.02 \frac{mol}{L} = 0.04\ eg/l$$

---

7) ما هي مولارية وعيارية محلول هيدروكسيد الكالسيوم $(M = 74\ g/mol)$ المحضر بإذابة $3.7\ g$ من هذه المادة في $1.5L$ من المحلول والمستعمل في تفاعل حامض ـ قاعدة ؟ (د2/2018)

ج/

1) نجد المولارية M :

$$M = \frac{m(g)}{M(g/mol)} \times \frac{1}{V(L)}$$

$$M = \frac{3.7\ g}{74\ g/mol} \times \frac{1}{1.5L} = 0.03\ mol/l$$

2) نجد العيارية N :

$Ca(OH)_2$ $\eta =$ عدد مجاميع الهيدروكسيد OH^- المتأينة $= 2\ eq/mol$

$$N = \eta\ eq/mol \times M\ mol/L$$

$$N = 2\ eq/mol \times 0.027\ mol/L$$

$$N = 0.054\ eg/l$$

ويمكن الحل بطريقة ثانية من خلال ايجاد الكتلة المكافئة ثم العيارية ومنها المولارية (للاسئلة الثلاث اعلاه) .



8) ما هي مولارية وعيارية محلول حامض الهيدروكلوريك ؟ إذا علمت ان $36.7\ ml$ من محلول هذا الحامض تكافئ $43.2\ ml$ من محلول 0.24 M هيدروكسيد الصوديوم ؟ (2019 /د1- خ ق)

ج/



$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$$

$$\frac{(M \times V)_{HCl}}{n} = \frac{(M \times V)_{NaOH}}{n}$$

$$\frac{(M \times 36.7\ ml)_{HCl}}{1} = \frac{(0.24\ M \times 43.2\ ml)_{NaOH}}{1}$$

$$M\ HCl = 0.278\ mol/l$$

$$N = \eta\ eq/mol \times M\ mol/L$$

$$N = 1\ eq/mol \times 0.278\ mol/L$$

$$N = 0.278\ eg/l$$

---

9) تمت معايرة $50\ ml$ من محلول حامض HIO_3 $(M = 176\ g/mol)$ بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز $0.145N$ ، فاذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ $45.8\ ml$ احسب التركيز العياري لحامض HIO_3 . (2014 /د1- خاص) (2013 /ت)

ج/

(المادة المجهولة) $HIO_3\ (N \times V) = (N \times V)\ NaOH$(المادة القياسية)

$$N \times 50\ ml = 0.145N \times 45.8\ ml$$

$$N = 0.13\ eq/L$$

---

10) تمت معايرة $50\ ml$ من محلول حامض HIO_3 $(M = 176\ g/mol)$ بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز $0.145N$ ، فاذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ $45.8\ ml$ احسب : أ) التركيز العياري لحامض HIO_3 .

ب) ما هي عيارية محلول الحامض نفسه عند استعماله في تقدير الحديد حسب التفاعل الاتي:



$$HIO_3 + 4FeCl_2 + 5H_3O^+ + 6Cl^- \longrightarrow 4FeCl_3 + ICl_2^- + 8H_2O$$

(2015 /د1- خاص) (2019/د1)

ج/ الطريقة الاولى:

أ) (المادة المجهولة) $HIO_3\ (N \times V) = (N \times V)\ NaOH$(المادة القياسية)

$$N \times 50\ ml = 0.145N \times 45.8\ ml$$

$$N = 0.13\ eq/L$$

ب)

التفاعل الاول هو تفاعل من نوع تفاعل تعادل والتفاعل الثاني تفاعل اكسدة واختزال ، وبما ان التركيز المولاري لم يتغير بتغير نوع التفاعل لذلك فسوف نجد المولارية لحامض HIO_3 ف التفاعل الاول (من N و ɳ) وهي نفسها في التفاعل الثاني حيث نجد منها العيارية بعد ايجاد ɳ ، اي التركيز العياري او النورمالي يتغير بتغير نوع التفاعل وكالاتي:

التفاعل الاول: HIO_3 لـ ɳ = H^+ عدد ذرات الهيدروجين المتأينة = $1\ eq/mol$

$$N = \eta\ eq/mol \times M\ mol/L$$

$$0.13\ eq/L = 1\ eq/mol \times M\ mol/L$$

$$M = 0.13\ mol/L$$



التفاعل الثاني:

حامض HIO_3 عامل مؤكسد لانه عانى اختزال وقل عدد التأكسد لليود من $(+5)$ الى $(+1)$ في ICl_2^- وكالاتي:

$$\eta = \text{عدد الالكترونات المكتسبة} = 4\ eg/mol$$

$$N = \eta\ eq/mol \times M\ mol/L$$

$$N = 4\ eq/mol \times 0.13\ mol/L$$

$$N = 0.52\ eq/L$$

الطريقة الثانية:

$$\frac{N_1}{\eta_1} = \frac{N_2}{\eta_2} \Rightarrow \frac{0.13}{1} = \frac{N_2}{4} \Rightarrow N_2 = 0.52$$



11) تم تقدير محتوى النيكل في عينة بعملية تسحيج تعتمد على التفاعل الاتي:

$$Ni^{2+} + 4CN^- \longrightarrow [Ni(CN)_4]^{2-}$$

فاذا علمت ان $160\ mg$ من العينة قد استهلكت في تسحيج $38.3\ ml$ من محلول KCN القياسي بتركيز $0.137N$ للوصول الى نقطة نهاية التفاعل . احسب النسبة المئوية لأوكسيد النيكل Ni_2O_3 $(M = 165\ g/mol)$ في العينة . (2014 د2- خاص)

ج/

1) نجد EM Ni_2O_3:

$$Ni_2O_3 \text{ لـ } \eta = \text{عدد المزدوجات الالكترونية المكتسبة} = 8\ eq/mol$$

$$EM_{Ni_2O_3} = \frac{M}{\eta} = \frac{165\ g/mol}{8\ eq/mol} = 20.6\ g/eq$$

2) نجد كتلة الحامض:

$$m\,(g) = N\ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

$$m\,(g) = 0.137\ \frac{eq}{L} \times 38.3\ ml \times \frac{1L}{1000ml} \times 20.6\ g/eq$$

$$m\,(g) = 0.108\ g = 108\ mg$$

3) نجد % للحامض:

$$\%\ Ni_2O_3 = \frac{m_{Ni_2O_3}(mg)}{m_{\text{العينة}}\,(mg)} \times 100 = \frac{108\ mg}{160\ mg} \times 100 = 67.5\ \%$$

12) في عملية تسحيج حامض الاوكزاليك $H_2C_2O_4$ $(M = 90\ g/mol)$ مع محلول هيدروكسيد الصوديوم ، تطلب تسحيج $0.1743\ g$ من عينة غير نقية لهذا الحامض إضافة $39.82\ ml$ من $0.09\ M$ من محلول القاعدة للوصول إلى نقطة نهاية التفاعل . احسب النسبة المئوية لحامض الاوكزاليك في العينة . (2015/د2)

ج/

$$2NaOH + H_2C_2O_4 \longrightarrow Na_2C_2O_4 + 2H_2O$$



1) نحول التركيز المولاري M الى العياري N :

$$NaOH \text{ لـ } \eta = \text{عدد مجاميع الهيدروكسيد } OH^- \text{ المتأينة} = 1\ eg/mol$$

$$N = \eta\ eq/mol \times M\ mol/L = 1\ eq/mol \times 0.09\ mol/L = 0.09\ eq/L$$

2) نجد EM للحامض:

$$H_2C_2O_4 \text{ لـ } \eta = H^+ \text{ عدد ذرات الهيدروجين المتأينة} = 2\ eq/mol$$

$$EM_{H_2C_2O_4} = \frac{M}{\eta} = \frac{90\ g/mol}{2\ eq/mol} = 45\ g/eq$$

3) نجد كتلة الحامض:

$$m\,(g) = N\ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

$$m\,(g) = 0.09\ \frac{eq}{L} \times 39.82\ ml \times \frac{1L}{1000ml} \times 45\ \frac{g}{eq} = 0.16\ g$$



4) نجد % للحامض:

$$\% \ H_2C_2O_4 = \frac{m_{H_2C_2O_4}(g)}{m_{العينة}(g)} \times 100$$

$$\% \ H_2C_2O_4 = \frac{0.16 \ g}{0.1743 \ g} \times 100 = 91.8 \ \%$$

---

13) تمت معايرة $0.86 \ g$ من عينة تحوي حامض الخليك CH_3COOH $(M = 60 \ g/mol)$ بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز $0.225N$ ، فاذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ $32.2 \ ml$. احسب النسبة المئوية لحامض الخليك في العينة . (د1/2017)

ج/

1) نجد كتلة CH_3COOH:

$$EM_{CH_3COOH} = \frac{M}{\eta} = \frac{60 \ g/mol}{1 \ eq/mol} = 60 \ g/eq$$

$$m(g) = N \ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

$$m(g) = 0.225N \ \frac{eq}{L} \times 32.2 \ ml \times \frac{1L}{1000ml} \times 60 \ g/eq$$

$$m(g) = 0.435 \ g$$

2) نجد % للحامض:

$$\% \ CH_3COOH = \frac{m_{CH_3COOH}(g)}{m_{العينة}(g)} \times 100$$

$$\% \ CH_3COOH = \frac{0.435 \ g}{0.86 \ g} \times 100$$

$$\% \ CH_3COOH = 50.5 \ \%$$

---

14) تمت معايرة $1.2 \ g$ من عينة تحوي حامض الخليك CH_3COOH $(M = 60 \ g/mol)$ بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز $0.3N$ ، فاذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ $35 \ ml$. احسب النسبة المئوية لحامض الخليك في العينة . (د1/2018)

ج/

1) نجد كتلة CH_3COOH:

$$EM_{CH_3COOH} = \frac{M}{\eta} = \frac{60 \ g/mol}{1 \ eq/mol} = 60 \ g/eq$$

$$m(g) = N \ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

$$m(g) = 0.3N \ \frac{eq}{L} \times 35 \ ml \times \frac{1L}{1000ml} \times 60 \ g/eq$$

$$m(g) = 0.63 \ g$$

2) نجد % للحامض:

$$\% \ CH_3COOH = \frac{m_{CH_3COOH}(g)}{m_{العينة}(g)} \times 100$$

$$\% \ CH_3COOH = \frac{0.63 \ g}{0.958 \ g} \times 100$$

$$\% \ CH_3COOH = 65.7 \ \%$$

15) تمت معايرة $0.96\ g$ من عينة تحوي حامض الخليك CH_3COOH $(M = 60\ g/mol)$ بالتسحيح مع محلول هيدروكسيد الصوديوم القياسي بتركيز $0.25N$ ، فاذا علمت ان حجم محلول القاعدة المضاف من السحاحة اللازم للوصول الى نقطة نهاية التفاعل بلغ $35\ ml$. احسب النسبة المئوية لحامض الخليك في العينة .

(2019/د3)

ج/

1) نجد كتلة CH_3COOH:

$$EM_{CH_3COOH} = \frac{M}{\eta} = \frac{60\ g/mol}{1\ eq/mol} = 60\ g/eq$$

$$m\ (g) = N\ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eq)$$

$$m\ (g) = 0.25N\ \frac{eq}{L} \times 35\ ml \times \frac{1L}{1000ml} \times 60\ g/eq$$

$$m\ (g) = 0.525\ g$$

2) نجد % للحامض:

$$\%\ CH_3COOH = \frac{m_{CH_3COOH}(g)}{m_{\text{العينة}}\ (g)} \times 100$$

$$\%\ CH_3COOH = \frac{0.525\ g}{0.958\ g} \times 100$$

$$\%\ CH_3COOH = 54.8\ \%$$

---

16) لمعايرة محلول $Ba(OH)_2$ وايجاد تركيزه بشكل مضبوط تم تسحيح $35\ ml$ منه مع حامض النتريك HNO_3 ذو تركيز 0.04 M وكان الحجم المضاف من الحامض اللازم للوصول الى نقطة النهاية هو $55.5\ ml$. احسب التركيز المولاري لمحلول $Ba(OH)_2$ ثم جد عدد غرامات $Ba(OH)_2$ المذابة في $750\ ml$ من المحلول .

علماً ان الكتل الذرية: $O = 16$ ، $H = 1$ ، $Ba = 137$.

(2019/د3)

ج/

الطريقة الاولى:

$$M_{Ba(OH)_2} = 137 + (31 \times 2) + (1 \times 2) = 171\ g/mol$$

$$Ba(OH)_2 + 2HNO_3 \longrightarrow Ba(NO_3)_2 + 2H_2O$$

$$\frac{(\text{M} \times \text{V})_{Ba(OH)_2}}{n} = \frac{(\text{M} \times \text{V})_{HNO_3}}{n}$$

$$\frac{(\text{M} \times 35\ ml)_{Ba(OH)_2}}{1} = \frac{(0.04\ \text{M} \times 55.5\ ml)_{HNO_3}}{2}$$

$$\text{M} = 0.3\ mol/L$$

$$m\ (g) = \text{M}\ (mol/L) \times M(g/mol) \times V(L)$$

$$m\ (g) = 0.3 \times 171 \times 750\ ml \times \frac{1L}{1000\ ml}$$

$$m\ (g) = 3.85\ g$$



الطريقة الثانية:

$$عدد مكافئات\ HNO_3 = عدد مكافئات\ Ba(OH)_2$$

$$Eq(Ba(OH)_2) = Eq(HNO_3)$$

$$(N \times V) = (N \times V)$$

$$M \times \eta \times V = M \times \eta \times V$$

$$M \times 2 \times 35 = 0.04 \times 1 \times 55.5$$

$$M = 0.3\ mol/L$$

$$m(g) = M\ (mol/L) \times M(g/mol) \times V(L)$$

$$m(g) = 0.3 \times 171 \times 750\ ml \times \frac{1L}{1000\ ml}$$

$$m(g) = 3.85\ g$$

---

17) اذيب $4.29\ g$ من بلورات كاربونات الصوديوم المائية $Na_2CO_3xH_2O$ في قليل من الماء المقطر ثم اكمل حجم المحلول الى $250\ ml$ فإذا علمت ان $25\ ml$ من المحلول الاخير يحتاج الى $15\ ml$ من محلول HCl عيارته $0.2\ N$ لمكافئته . ما عدد جزيئات الماء (X) في الصيغة الكيميائية لكاربونات الصوديوم المائية ؟ (ت/ 2018) (د/ 2018 -2 خ ق)

ج/

1) نجد التركيز العياري للملح:

$$Na_2CO_3xH_2O\ (N \times V) = (N \times V)\ HCl$$

$$N \times 25\ ml = 0.2N \times 15\ ml$$

$$N = 0.12\ eq/L$$

2) نجد EM للملح من N :

$$N = \frac{m(g)}{EM(g/eq)} \times \frac{1}{V(L)}$$

$$0.12\ eg/L = \frac{4.29(g)}{EM(g/eq)} \times \frac{1}{250ml} \times \frac{1000ml}{1L}$$

$$EM = 143\ (g/eq)$$

3) نجد M للملح من EM :

(للملح القاعدي) $\eta =$ عدد الايونات الموجبة × تكافؤها $= 1 \times 2 = 2\ eq/mol$

$$EM_{Na_2CO_3xH_2O} = \frac{M}{\eta}$$

$$143\ (g/eq) = \frac{M}{2\ eq/mol} \Rightarrow M = 286\ g/mol$$

4) نجد عدد جزيئات الماء (X) من M :

$$M_{Na_2CO_3xH_2O} = 286\ g/mol$$

$$(23 \times 2) + (12 \times 1) + (16 \times 3) + 18X = 286$$

$$108 + 18X = 286$$

$$18X = 180 \Rightarrow X = 10$$

---

18) اذيب $2.5\ g$ من كاربونات فلز ثنائي التكافؤ نقية MCO_3 (حيث ان M تمثل فلز) في $100\ ml$ من محلول حامضي تركيزه $0.6\ N$. وبعد انتهاء التفاعل بين المادتين وجد ان المحلول الناتج يحتاج الى اضافة $50\ ml$ من محلول هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ تركيزه $0.2\ N$ لمعادلته . احسب الكتلة المولية للفلز ثم حدد هويته .

(د2/ 2013) (د/ 2013 -1 خ ق) (د3/2014) (ت/ 2016) (د3/2016) (د/ 2018 -1 خ ق) (د/ 2019 -1 خ ق)

ج/

الطريقة الاولى:

كمية الحامض = كمية NaOH + كمية MCO_3

$$Eq_{\text{الحامض}} = EqNaOH + EqNa_2CO_3$$

$$(N \times V)_{\text{للحامض}} = (N \times V)NaOH + \left(\frac{m}{EM}\right)_{\text{(ملح)}}$$

$$0.6 \times 100\,ml \times \frac{1}{1000ml} = 0.2 \times 50\,ml \times \frac{1}{1000ml} + \frac{2.5}{EM}$$

$$EM = 50\,(g/eq)$$

(للملح القاعدي) η = عدد الايونات الموجبة × تكافؤها $= 2 \times 1 = 2\,eq/mol$

$$EM_{MCO_3} = \frac{M}{\eta} \Rightarrow 50\,(g/eq) = \frac{M}{2\,eq/mol} \Rightarrow M = 100\,g/mol$$

$$M_{MCO_3} = 100\,g/mol$$

$$M + (12 \times 1) + (16 \times 3) = 100$$

$$M + 60 = 100 \Rightarrow M = 40$$

الطريقة الثانية:

1) نجد حجم الحامض المتفاعل مع NaOH وهو يمثل حجم الحامض المتبقي بعد تفاعل الحامض مع ملح الكاربونات:

$$(N \times V)_{\text{الحامض}} = (N \times V)\,NaOH$$

$$0.6\,N \times V = 0.2N \times 50\,ml \Rightarrow V = 16.6\,ml$$

2) نجد حجم الحامض المتفاعل مع الملح:

$$V_{\text{الحامض المتفاعل مع الملح}} = V_{\text{الكلي}} - V_{\text{الحامض المتفاعل مع NaOH}}$$

$$V_{\text{الحامض المتفاعل مع الملح}} = 100\,ml - 16.6\,ml \Rightarrow V = 83.4\,ml$$

3) نجد EM للملح من كتلته و عيارية وحجم الحامض (لانهما متكافئين) :

$$N = \frac{m(g)}{EM(g/eq)} \times \frac{1}{V(L)}$$

$$0.6\,eq/L = \frac{2.5(g)}{EM(g/eq)} \times \frac{1}{83.4\,ml} \times \frac{1000ml}{1L}$$

$$EM = 50\,(g/eq)$$

4) نجد M للملح من EM :

η = عدد الايونات الموجبة × تكافؤها $= 2 \times 1 = 2\,eq/mol$

$$EM_{MCO_3} = \frac{M}{\eta} \Rightarrow 50\,(g/eq) = \frac{M}{2\,eq/mol} \Rightarrow M = 100\,g/mol$$

5) نجد عدد جزيئات الماء (X) من M :

$$M_{MCO_3} = 100\,g/mol$$

$$M + (12 \times 1) + (16 \times 3) = 100$$

$$M + 60 = 100 \Rightarrow M = 40$$

19) مـــا كتلة كبريتات الباريوم $BaSO_4$ $(M = 233\ g/mol)$ التي تترسب تماماً عند مزج كمية كافية من محلول $BaCl_2$ $(M = 208\ g/mol)$ مع $100\ ml$ من حامض الكبريتيك $(M = 98\ g/mol)$ ، علماً بأن $20\ ml$ من نفس الحامض تحتاج الى $16\ ml$ من $NaOH$ تركيزها $0.1\ M$ لمعادلته . **(2017 /د 1- خ ق)** **(2018/د3)**

ج/

الطريقة الاولى:

عدد مكافئات الحامض = عدد مكافئات القاعدة

$$Eq\ (H_2SO_4) = Eq(NaOH)$$

$$(N \times V) = (N \times V)$$

$$M \times \eta \times V = M \times \eta \times V$$

$$M \times 2 \times 20 = 0.1 \times 1 \times 16$$

مولارية الحامض $M = 0.04\ mol/L$

$$m\,(g) = M\ (mol/L) \times M(g/mol) \times V(L)$$

$$m\,(g) = 0.04\ (mol/L) \times 98(g/mol) \times 100\ ml \times \frac{1L}{1000\ ml}$$

كتلة H_2SO_4 $m\,(g) = 0.392\ g$



$$BaCl_2 + H_2SO_4 \longrightarrow BaSO_{4\,(S)} + 2HCl$$

$$(H_2SO_4)\ \frac{m}{M} = \frac{m}{M}\ (BaSO_4)$$

$$\frac{0.392}{98} = \frac{m}{233}$$

$$m = \frac{0.392 \times 233}{98} = 0.932\ g$$

الطريقة الثانية:

1) نجد تركيز الحامض المولاري من تسحيحه مع القاعدة:



$$2NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

$$\frac{(M \times V)_{H_2SO_4}}{n} = \frac{(M \times V)_{NaOH}}{n}$$

$$\frac{(M \times 20\ ml)_{H_2SO_4}}{1} = \frac{(0.1\ M \times 16\ ml)_{NaOH}}{2}$$

$$M = 0.04\ mol/L$$

2) نجد كتلة $BaSO_4$:



$$H_2SO_4 + BaCl_2 \longrightarrow BaSO_{4\,(S)} + 2HCl$$

$$m\,(g) = M\ (mol/L) \times M(g/mol) \times V(L)$$

$$m\,(g) = 0.04\ (mol/L) \times 233(g/mol) \times 100\ ml \times \frac{1L}{1000\ ml}$$

$$m\,(g) = 0.932\ g$$



20) اضيف $20\ ml$ من محلول برمنكنات البوتاسيوم $KMnO_4$ تركيزه $0.3\ N$ الى كمية وافية من محلول يوديد البوتاسيوم KI المحمض ، فتحررت كمية من اليود I_2 التي تم تسحيحها مع محلول ثايوكبريتات الصوديوم $Na_2S_2O_3$ $(M = 158\ g/mol)$ حسب التفاعل الاتي: $I_2 + 2Na_2S_2O_3 \quad 2NaI + Na_2S_4O_6$
حيث استهلك $25\ ml$ من هذا المحلول للوصول الى نقطة نهاية التفاعل ، احسب: أ) عيارية محلول $Na_2S_2O_3$.
ب) عدد غرامات ثايوكبريتات الصوديوم المذابة في $1L$ من هذا المحلول . (1د/2013) (2016 / د2- خ ق)

ج/
أ) نجد N لـ $Na_2S_2O_3$:
نلاحظ في السؤال ان برمنكنات البوتاسيوم تكافئ محلول KI ومحلول KI (I_2 المتحرر منه) يكافئ محلول ثايوكبريتات الصوديوم ، لذلك فأن محلول البرمنكنات يكافئ محلول الثايوكبريتات وكالاتي:

$$Eq\ Na_2S_2O_3 = Eq\ KMnO_4$$

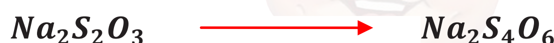
$$Na_2S_2O_3\ (N \times V) = (N \times V)\ KMnO_4$$

$$N \times 25\ ml = 0.3N \times 20\ ml$$

$$N = 0.24\ eq/L \text{ لـ } Na_2S_2O_3$$

ب) نجد كتلة $Na_2S_2O_3$:

$$Na_2S_2O_3 \longrightarrow Na_2S_4O_6$$



$$2 + S_2 + (-2 \times 3) = 0 \qquad 2 + S_4 + (-2 \times 6) = 0$$

$$S_2 = +4 \qquad S_2 = +5$$

فقدان $1e^-$

$$m\ (g) = N\ (eq/L) \times V(L) \times EM(g/eg)$$

$$m\ (g) = 0.24\ (eq/L) \times 1\ L \times \frac{158\ g/mol}{1\ eq/mol}$$

$$m\ (g) = 37.92\ g$$



الفصل السابع – الكيمياء العضوية

وزاريات هاليدات الالكيل

1) عرف قاعدة ماركوفينيكوف: (2017 /د 2- موصل)

عند اضافة الكاشف غير المتناظر الى مركبات الاصرة المزدوجة غير المتناظرة فأن ايون الهيدروجين (الايون الموجب) من الكاشف يضاف الى ذرة كاربون الاصرة المزدوجة التي تحمل العدد الاكبر من ذرات الهيدروجين وتكوين ايون الكاربونيوم الاكثر استقراراً .

---

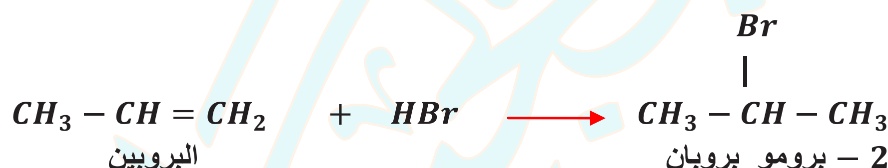
2) عرف الالكتروفيل:

هو كاشف باحث عن الالكترون (فقير بالالكترونات) لانه يمتلك اوربيتال فارغ مهيأ لاستقبال مزدوج الكتروني مثال H^+ وايون الكاربونيوم . (2015/د3)

---

3) عند اضافة HBr الى البروبين ينتج 2 – برومو بروبان وليس 1 – برومو بروبان ، علل ذلك ؟ (2016/د2) (2017/د1) (2018/د2)

ج/ وذلك لان الاضافة تتم حسب قاعدة ماركوفينيكوف التي تنص عند اضافة الكاشف غير المتناظر الى مركبات الاصرة المزدوجة غير المتناظرة فأن ايون الهيدروجين (الايون الموجب) من الكاشف يضاف الى ذرة كاربون الاصرة المزدوجة التي تحمل العدد الاكبر من ذرات الهيدروجين وتكوين ايون الكاربونيوم الاكثر استقراراً .



$$CH_3-CH=CH_2 + HBr \longrightarrow CH_3-\underset{}{\overset{Br}{\overset{|}{C}H}}-CH_3$$

البروبين → 2 – برومو بروبان

---

4) يتم اضافة HBr الى البروبين حسب قاعدة .... (2018 /ت)

ج/ ماركوفينيكوف .

---

5) اكتب تفاعل اضافة HCl مرة الى 1– بيوتين واخرى الى 2– بيوتين . (2015/د2) (2016/د1)

ج/



$$CH_3-CH_2-CH=CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3-CH_2-\overset{Cl}{\overset{|}{C}H}-CH_3$$

1– بيوتين → 2 – كلورو بيوتان



$$CH_3-CH=CH-CH_3 + HCl \longrightarrow CH_3-CH_2-\overset{Cl}{\overset{|}{C}H}-CH_3$$

2– بيوتين → 2 – كلورو بيوتان

6) حضر 2 – برومو بروبان من الكين مناسب .   (ت/ 2014)

ج/



$$CH_3-CH=CH_2 + HBr \longrightarrow CH_3-\underset{}{CH}(Br)-CH_3$$

البروبين → 2 – برومو بروبان

---

7) حضر 2 – برومو بيوتان من الكين المناسب   (2013 /د 2- التكميلي) (2013 /د 1- خ ق)

ج/



$$CH_3-CH_2-CH=CH_2 + HBr \longrightarrow CH_3-CH_2-CH(Br)-CH_3$$

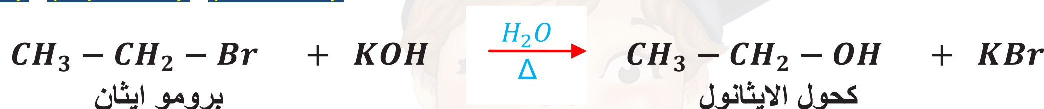
1– بيوتين → 2 – برومو بيوتان

---

8) اكتب تفاعل برومو ايثان مرة مع محلول هيدروكسيد البوتاسيوم المائي ومرة مع هيدروكسيد البوتاسيوم الكحولي .

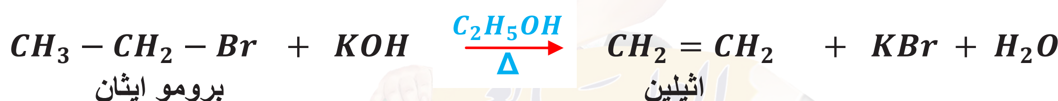
(ت/ 2019) (د2/2017) (ت/ 2014)

ج/



$$CH_3-CH_2-Br + KOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} CH_3-CH_2-OH + KBr$$

برومو ايثان → كحول الايثانول



$$CH_3-CH_2-Br + KOH \xrightarrow[\Delta]{C_2H_5OH} CH_2=CH_2 + KBr + H_2O$$

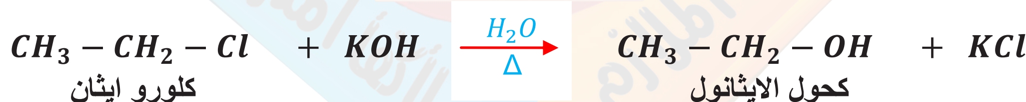
برومو ايثان → اثيلين

---

9) اكتب تفاعل المحلول المائي لهيدروكسيد البوتاسيوم KOH مع كلورو ايثان .

(ت/ 2016)

ج/



$$CH_3-CH_2-Cl + KOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} CH_3-CH_2-OH + KCl$$

كلورو ايثان → كحول الايثانول

---

10) مبتدأً من الاثيلين حضر اثيل كلوريد المغيسيوم .   (2015 /د 1- خ ق)

ج/



$$CH_2=CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3CH_2-Cl$$

الاثيلين → كلورو ايثان



$$CH_3CH_2-Cl + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3CH_2-MgCl$$

كلورو بروبان → اثيل كلوريد المغنيسيوم

---

11) مبتدأً بالايثانول حضر كلوريد الاثيل .   (2014 /د 1 - خاص)

ج/



$$3CH_3CH_2-OH + PCl_3 \longrightarrow 3CH_3CH_2-Cl + H_3PO_3$$

ايثانول → كلورو ايثان



وزاريات الكحولات

1) كحول عدد ذرات الكاربون فيه تساوي 4 ما هو ؟ وما متجانساته ؟ (2د/2014)

ج/ حسب القانون العام للكحول فان الصيغة له هي C_4H_9O :

1) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$
1 – بيوتانول (1^o)

2) $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-OH$
2– مثيل– 1 – بروبانول (2^o)

3) $CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3$
2 – بيوتانول (2^o)

4) $CH_3-C(OH)(CH_3)-CH_2$
2– مثيل– 2 – بروبانول (3^o)

---

2) ما هي الصيغ البنائية المحتملة للكحولات ذوات الكتلة المولية $(74g/mol)$ علماً ان الكتل الذرية هي: $(H=1$ ، $C=12$ ، $O=16)$ (1د/2015- نازحين) (2د/2015)

ج/ القانون العام للكحولات هو $C_nH_{2n+2}O$ حيث نجد n (عدد ذرات الكاربون) من الكتلة المولية للقانون العام:

$$M_{C_nH_{2n+2}O}=74g/mol$$
$$(12\times n)+1\times(2n+2)+(1\times16)=74$$
$$12n+2n+2+16=74 \Rightarrow 14n=56 \Rightarrow n=4$$

∴ الكحول هو $C_4H_{10}O$ والصيغ البنائية المحتملة (المتجانسات) هي كالاتي:

1) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$
1 – بيوتانول (1^o)

2) $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-OH$
2– مثيل– 1 – بروبانول (2^o)

3) $CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3$
2 – بيوتانول (2^o)

4) $CH_3-C(OH)(CH_3)-CH_2$
2– مثيل– 2 – بروبانول (3^o)

3) ما هي الصيغ البنائية المحتملة لخمسة متجانسات للكحولات ذوات الكتلة المولية $(88g/mol)$ ، علماً ان الكتل الذرية هي: $(O = 16 \text{ ، } C = 12 \text{ ، } H = 1)$ (2017/ د 2- خ ق) (2018/ د 1- خ ق)

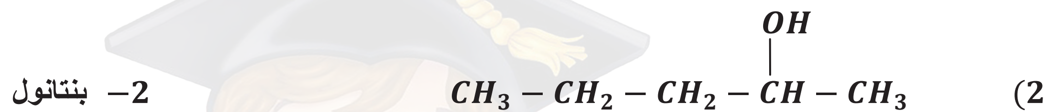
ج/

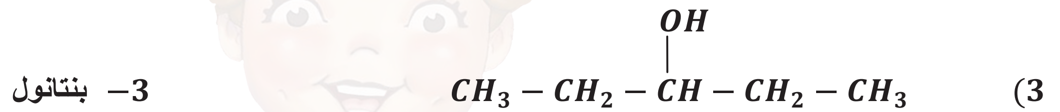
القانون العام للكحولات هو $C_nH_{2n+2}O$ حيث نجد n (عدد ذرات الكاربون) من الكتلة المولية للقانون العام:

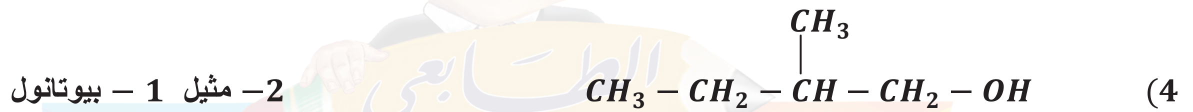
$$M_{C_nH_{2n+2}O} = 88g/mol$$
$$(12 \times n) + 1 \times (2n + 2) + (1 \times 16) = 88$$
$$12n + 2n + 2 + 16 = 88$$
$$14n = 70$$
$$n = 5$$

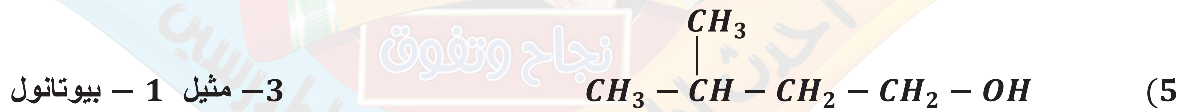
∴ الكحول هو $C_5H_{12}O$ والصيغ البنائية المحتملة (المتجانسات) كالاتي:


1) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH$ 1 – بنتانول


2) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH(OH) - CH_3$ 2– بنتانول


3) $CH_3 - CH_2 - CH(OH) - CH_2 - CH_3$ 3– بنتانول


4) $CH_3 - CH_2 - CH(CH_3) - CH_2 - OH$ 2– مثيل 1 – بيوتانول


5) $CH_3 - CH(CH_3) - CH_2 - CH_2 - OH$ 3– مثيل 1 – بيوتانول

---

4) كحول يحتوي في جزيئاته عشر ذرات هيدروجين ، ما هي متجانساته ؟ (2014/د3)

ج/ القانون العام للكحولات هو $C_nH_{2n+2}O$

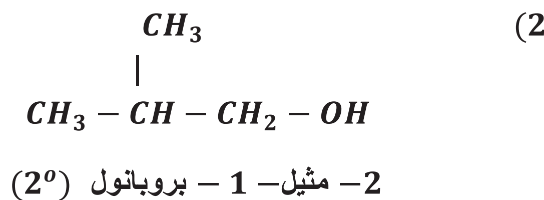
اي ان: عدد ذرات الهيدروجين $= 2n + 2$

$$10 = 2n + 2$$
$$2n = 8$$
$$n = 4$$

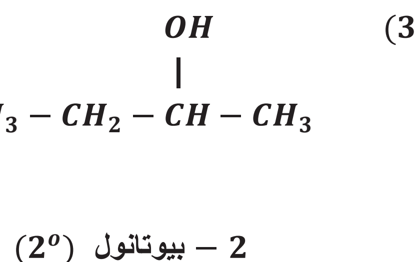
اذن الكحول هو $C_4H_{10}O$ ومتجانساته هي:


1) $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH$

1 – بيوتانول (1^o)


2) $CH_3 - CH(CH_3) - CH_2 - OH$

2– مثيل– 1 – بروبانول (2^o)

3)


2 – بيوتانول (2^o)

4)

$$\begin{array}{c} OH \\ | \\ CH_3 - C - CH_2 \\ | \\ CH_3 \end{array}$$

2– مثيل – 2 – بروبانول (3^o)

---

5) مبتدئاً بالايثانول حضر كلوريد الاثيل . (2013 /ت)

ج/


الايثانول — كلورو ايثان

---

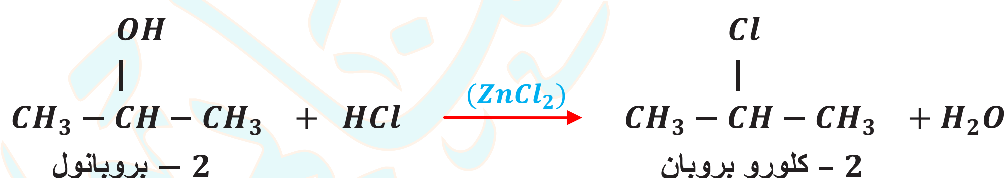
6) يستخدم كاشف لوكاس للتمييز بين .... (1د/2016) (3د/2016) (3د/2018)

ج/ انواع الكحولات .

---

7) كيف تميز بين 1 – بروبانول و 2 – بروبانول (1د/2015)

ج/ وذلك بأستخدام كاشف لوكاس:

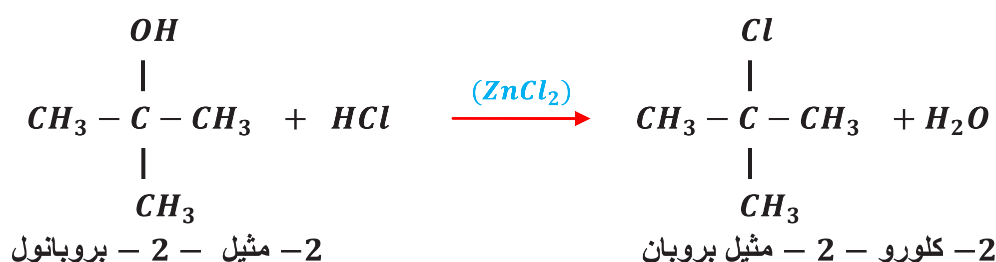

1 – بروبانول


2 – بروبانول — 2 – كلورو بروبان

---

8) كيف تميز كيميائياً بين الايثانول و 2– مثيل – 2 – بروبانول ؟ (2016 /د 2- خ ق)

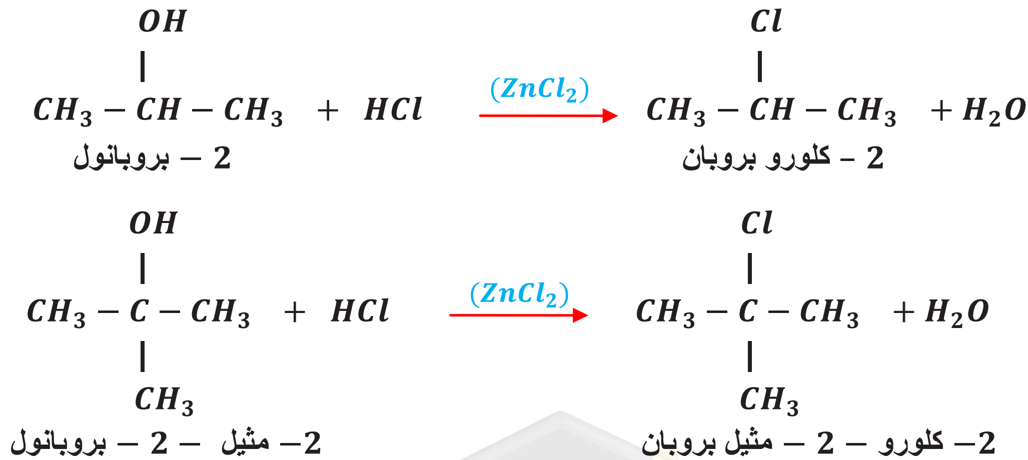
ج/ باستخدام كاشف لوكاس:


الايثانول


2– مثيل – 2 – بروبانول — 2– كلورو – 2 – مثيل بروبان

9) كيف تميز كيميائياً بين 2 – بروبانول و 2– مثيل – 2 – بروبانول ؟ (2014/د3)

ج/ باستخدام كاشف لوكاس:



$$CH_3-\underset{|}{\overset{OH}{CH}}-CH_3 + HCl \xrightarrow{(ZnCl_2)} CH_3-\overset{Cl}{CH}-CH_3 + H_2O$$

2 – بروبانول → 2 – كلورو بروبان

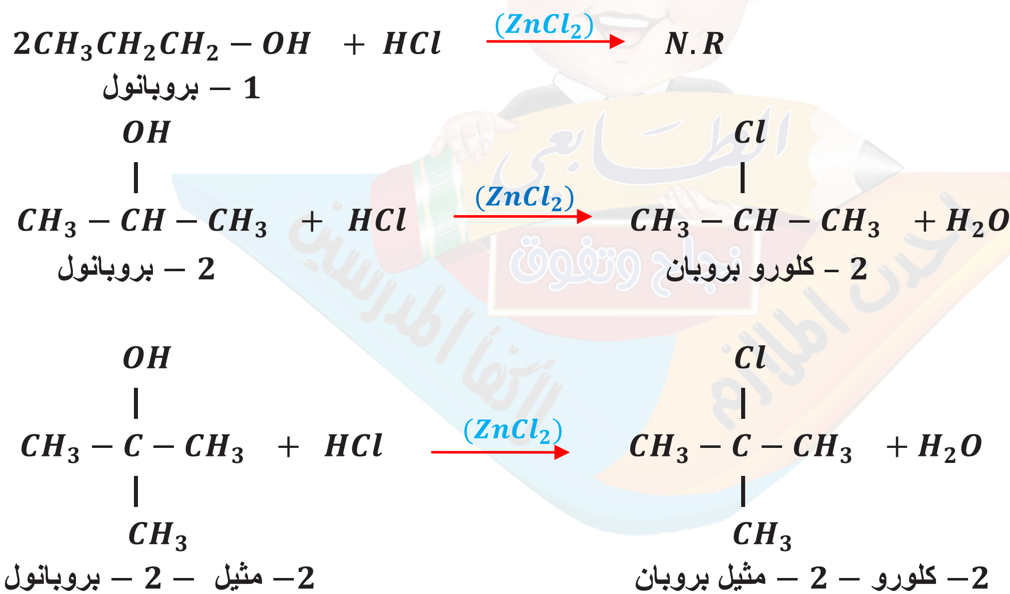
$$CH_3-\overset{OH}{\underset{CH_3}{C}}-CH_3 + HCl \xrightarrow{(ZnCl_2)} CH_3-\overset{Cl}{\underset{CH_3}{C}}-CH_3 + H_2O$$

2– مثيل – 2 – بروبانول → 2– كلورو – 2 – مثيل بروبان

---

10) ميز كيميائياً بين 1 – بروبانول و 2 – بروبانول و 2– مثيل – 2 – بروبانول ؟ (2015/د 1- خ ق)

ج/ يمكن التمييز بين انواع الكحولات الثلاث اعلاه بأستخدام كاشف لوكاس حيث الكحول الذي لا يتفاعل فهو الكحول الاولي اي 1– بروبانول ، اما الكحول الذي يتأخر بعد مرور (2 – 5) دقيقة فهو الكحول الثانوي اي 2 – بروبانول ، امـــا الذي يتفاعل مباشرة مكوناً عكرة فهو كحول ثالثي اي 2– مثيل – 2 – بروبانول ، وكما في التفاعلات الاتية:



$$2CH_3CH_2CH_2-OH + HCl \xrightarrow{(ZnCl_2)} N.R$$

1 – بروبانول

$$CH_3-\overset{OH}{CH}-CH_3 + HCl \xrightarrow{(ZnCl_2)} CH_3-\overset{Cl}{CH}-CH_3 + H_2O$$

2 – بروبانول → 2 – كلورو بروبان

$$CH_3-\overset{OH}{\underset{CH_3}{C}}-CH_3 + HCl \xrightarrow{(ZnCl_2)} CH_3-\overset{Cl}{\underset{CH_3}{C}}-CH_3 + H_2O$$

2– مثيل – 2 – بروبانول → 2– كلورو – 2 – مثيل بروبان

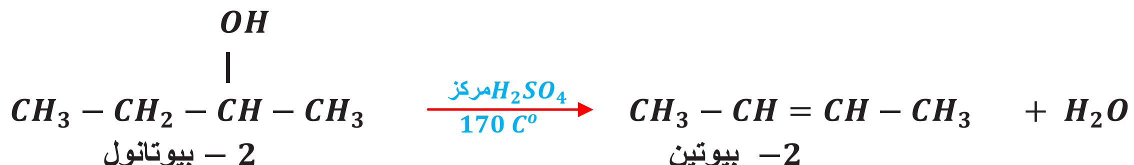
---

11) عند سحب جزيء ماء من 2 – بيوتانول يكون الناتج 2– بيوتين وليس 1– بيوتين ، علل ؟

(2016/د 1- خ ق)

ج/

السبب هو لان حذف الماء يتم حسب قاعدة ستيسيف للحذف حيث تسحب مجموعة OH ومعها ذرة هيدروجين من ذرة كاربون مجاورة لذرة الكاربون الحاملة لمجموعة OH والتي تحمل اقل عدد من ذرات الهيدروجين وحسب التفاعل التالي:



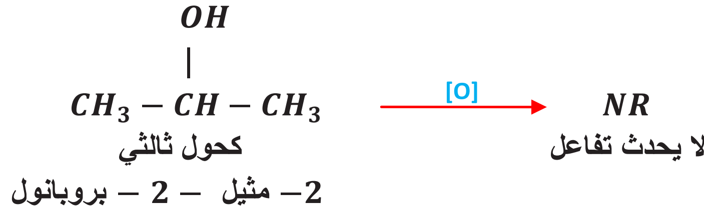
$$CH_3-CH_2-\overset{OH}{CH}-CH_3 \xrightarrow[170\ C^o]{H_2SO_4\ \text{مركز}} CH_3-CH=CH-CH_3 + H_2O$$

2 – بيوتانول → 2– بيوتين



12) عدم تأكسد الكحولات الثالثية ، علل ذلك . **(2017/ د 3- موصل)**

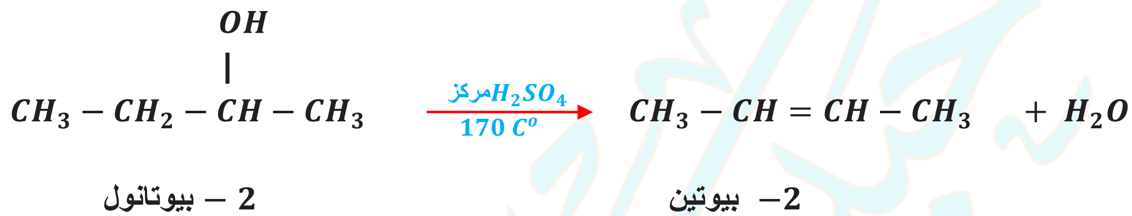
ج/
لا تتأكسد الكحولات الثالثية بالعوامل المؤكسدة ، بسبب استقرارية مركباتها لان ذرة الكاربون الحاملة لمجموعة OH الكحولية خالية من ذرة الهيدروجين كما في المثال:



---

13) ما ناتج سحب جزيئة ماء من 2 – بيوتانول . **(2019/د3)**

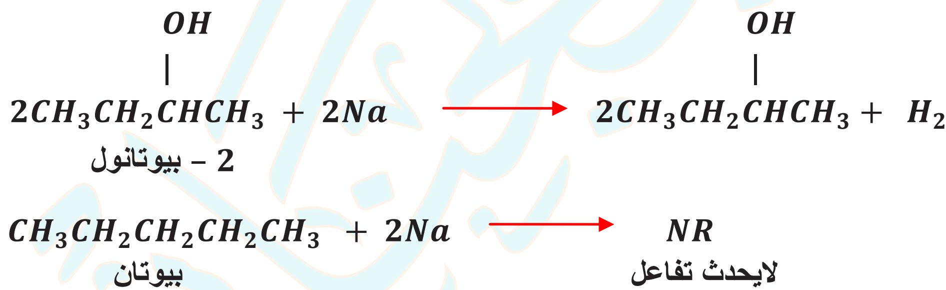
ج/



---

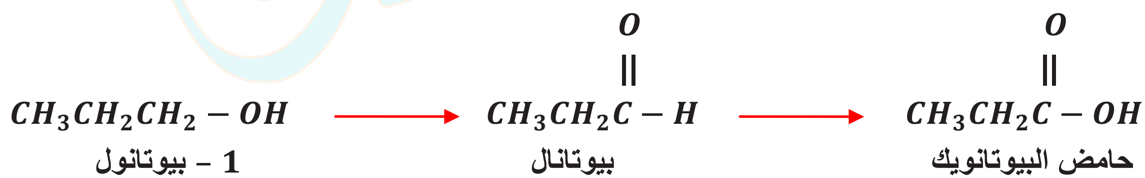
14) كيف تميز بين 2 – بيوتانول والبيوتان . **(2014 /ت)**

ج/ وذلك بالتفاعل مع فلز Na وتحرر غاز H_2 مع الكحول اما البيوتان فلا يتفاعل او بتفاعل الاكسدة:



---

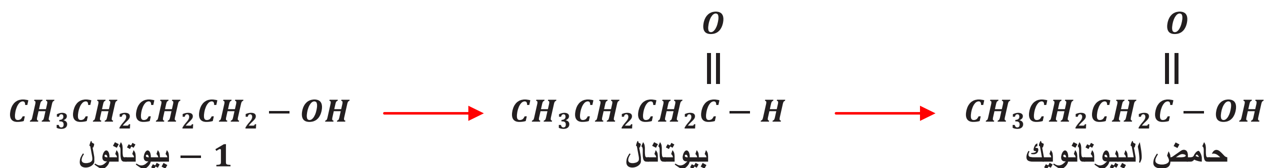
15) ما ناتج الاكسدة لـ 1 – بروبانول . **(2016/د2) (2016 /د 3- خ ق) (2017/د3)**



---

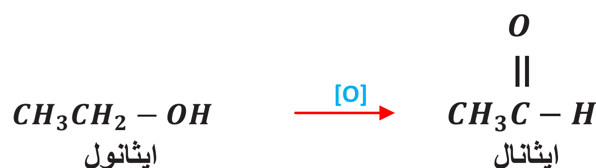
16) ما ناتج الاكسدة لـ 1 – بيوتانول . **(2018 /ت) (2019 /ت)**

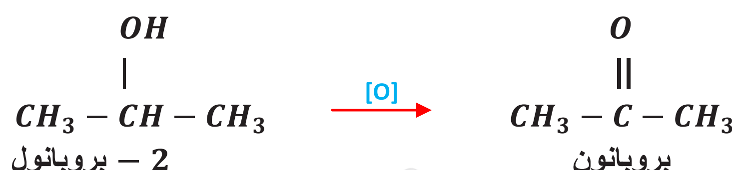
ج/



17) ما ناتج الاكسدة لكل من الايثانول و 2 – بروبانول . **(2017/ د-1- خ ق)**

ج/

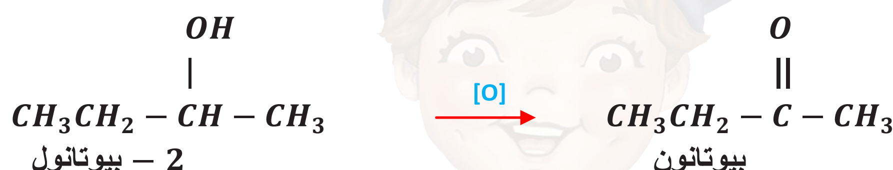




---

18) ما ناتج الاكسدة التامة لـ 2 – بيوتانول **(2018/ د-2- خ ق)** **(2018/د3)**

ج/



---

19) مركب عضوي قانونه العام $C_nH_{2n+2}O$ كتلته المولية $60g/mol$ لايستجيب لكاشف لوكاس ولكنه يتأكسد تماماً اكتب الصيغة الجزيئية والتركيبية للمركب . ثم اذكر التفاعل مع تسمية النواتج وكتابة القانون العام والمجموعة الفعالة لكل ناتج . **(2015/ت)** **(2017 /ت)**

ج/

1) **الصيغة الجزيئية:** حيث نجد n (عدد ذرات الكاربون) من الكتلة المولية للقانون العام:

$$M_{C_nH_{2n+2}O} = 60g/mol$$

$$(12 \times n) + 1 \times (2n + 2) + (1 \times 16) = 60$$

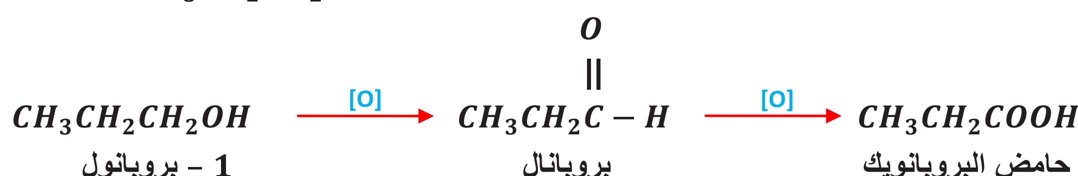
$$12n + 2n + 2 + 16 = 60 \quad \Rightarrow \quad 14n = 42 \quad \Rightarrow \quad n = 3$$

∴ الصيغة الجزيئة C_3H_8O ، وهي الصيغة الجزيئة للكحولات والايثرات ، ولكن بما ان المركب لايستجيب لكاشف لوكاس ويتأكسد تماماً لذلك فهو كحول اولي .

2) **الصيغة التركيبية:** $CH_3CH_2CH_2OH$

3) **التفاعل:**





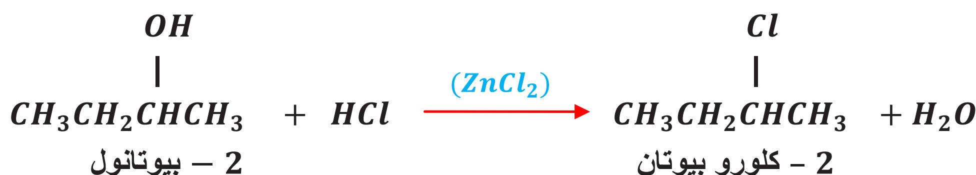
4) **القانون العام:** $C_nH_{2n}O_2$ $\quad$ $C_nH_{2n+2}O$

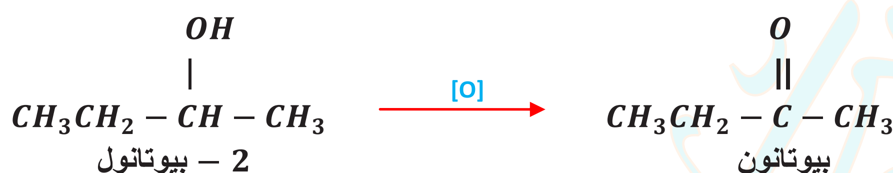
المجموعة الفعالة: $-COOH$ $\quad$ $-CHO$

20) مركب عضوي يحتوي على اربع ذرات كاربون يستجيب لكاشف لوكاس وعند اكسدته يعطي كيتون . اكتب التفاعلات اعلاه وما صيغته البنائية . (2017 د2- موصل) (2018/د1)

ج/

بما ان المركب يستجيب لكاشف لوكاس لذلك فهو كحول ، وبما انه يعطي كيتون عند الاكسدة لذلك فهو كحول ثانوي:

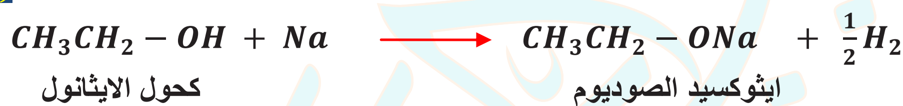


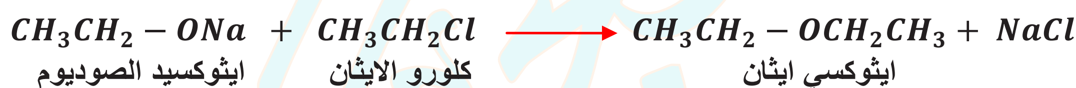


وزاريات الايثرات

1) حضر ايثوكسي ايثان من الايثانول . (2016/د2)

ج/

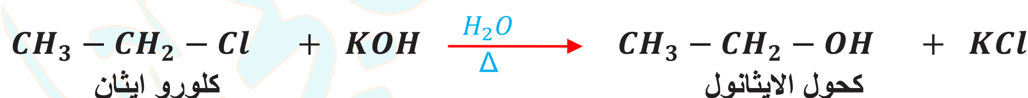


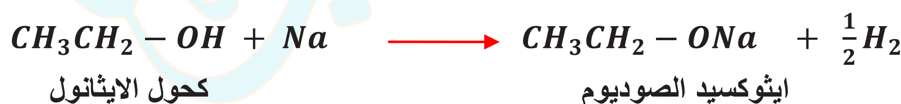


---

2) من كلوريد الاثيل وما تحتاج اليه حضر ايثوكسي ايثان . (2013/د2) (2017 /ت)

ج/



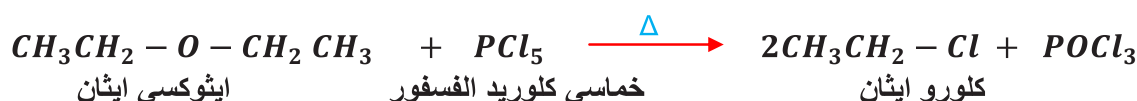




---

3) ما ناتج تفاعل ايثوكسي ايثان مع خماسي كلوريد الفسفور . (2013 د/ 1) (2014 د/ 3)

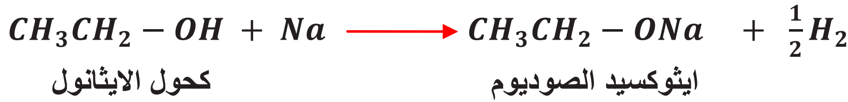
ج/





4) اكتب معادلة تحضير ايثوكسي بيوتان من الايثانول . (2015 /ت) (2017 /د 1- موصل)

ج/ من الايثانول يحضر جزء الكوكسي ومن الهاليد يحضر جزء البيوتان:



$$CH_3CH_2-OH + Na \longrightarrow CH_3CH_2-ONa + \frac{1}{2}H_2$$

كحول الايثانول — ايثوكسيد الصوديوم



$$CH_3CH_2-ONa + CH_3CH_2CH_2CH_2Cl \longrightarrow CH_3CH_2-OCH_2CH_2CH_2CH_3 + NaCl$$

ايثوكسيد الصوديوم — كلورو بيوتان — ايثوكسي بيوتان

---

5) اكتب معادلة تحضير ايثوكسي بروبان من الايثانول . (3د/2017) (2018 /د 2)

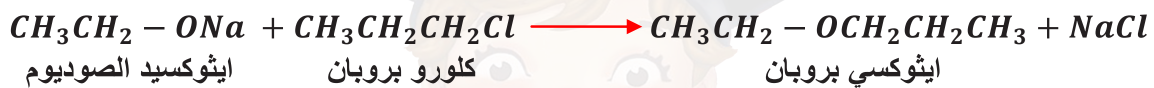
ج/

من الايثانول يحضر جزء الكوكسي ومن الهاليد يحضر جزء البيوتان:



$$CH_3CH_2-OH + Na \longrightarrow CH_3CH_2-ONa + \frac{1}{2}H_2$$

كحول الايثانول — ايثوكسيد الصوديوم



$$CH_3CH_2-ONa + CH_3CH_2CH_2Cl \longrightarrow CH_3CH_2-OCH_2CH_2CH_3 + NaCl$$

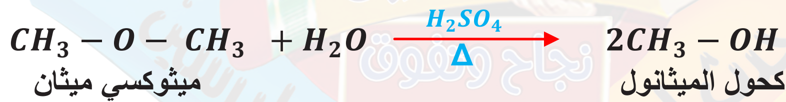
ايثوكسيد الصوديوم — كلورو بروبان — ايثوكسي بروبان

---

6) كيف تميز كيميائياً بين ميثوكسي ميثان والميثان ؟ (2014 /ت)

ج/

عند معاملة ميثوكسي ميثان مع حامض الكبريتيك المخفف بالتسخين يعطي كحول الميثانول اما الميثان فلا يتفاعل لانه الكان:



$$CH_3-O-CH_3 + H_2O \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} 2CH_3-OH$$

ميثوكسي ميثان — كحول الميثانول



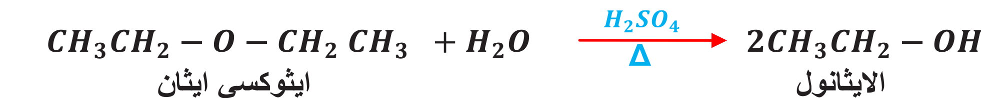
$$CH_4 + H_2O \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} NR$$

ميثان — لا يحدث تفاعل

---

7) ما ناتج تفاعل ايثوكسي ايثان مرة مع حامض الكبريتيك المخفف مع التسخين ومرة مع حامض الكبريتيك المركز البارد . (2019 /د 1)

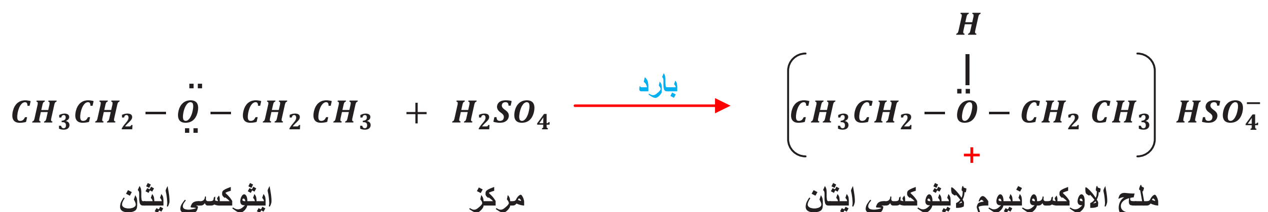
ج/ تفاعلها مع حامض الكبريتيك المخفف الساخن لتعطي الكحولات:



$$CH_3CH_2-O-CH_2CH_3 + H_2O \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} 2CH_3CH_2-OH$$

ايثوكسي ايثان — الايثانول

تفاعلها مع حامض الكبريتيك المركز البارد لتعطي املاح الاوكسونيوم:



$$CH_3CH_2-\ddot{O}-CH_2CH_3 + H_2SO_4 \xrightarrow{\text{بارد}} \left[CH_3CH_2-\overset{H}{\overset{|}{O^+}}-CH_2CH_3\right] HSO_4^-$$

ايثوكسي ايثان — مركز — ملح الاوكسونيوم لايثوكسي ايثان

وزاريات الالديهايدات والكيتونات

1) تشترك الالديهايدات والكيتونات في مجموعة وظيفية واحدة هي .... (2014/د2)

ج/ مجموعة الكاربونيل

2) يستعمل كاشف فهلنك للتمييز بين .... و .... (2017 /د 1)

ج/ الالديهايدات و الكيتونات .

3) يستخدم كاشف تولن للتمييز بين .... (2015 /د1- خ ق)

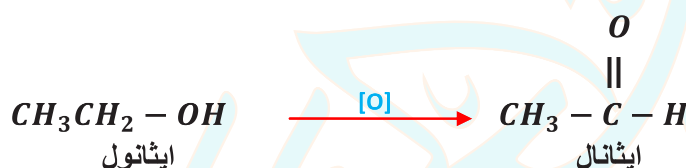
ج/ الالديهايدات و الكيتونات .

4) نوع التفاعل الذي يحول البروبانون الى 2 – بروبانول يسمى .... (2014 /د 2 - خاص)

ج/ اختزال

5) مبتدئاً بالايثانول حضر الايثانال . (2013 /ت)

ج/

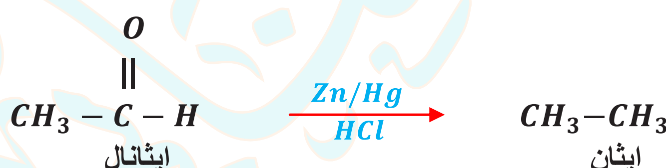


$$CH_3CH_2-OH \xrightarrow{[O]} CH_3-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-H$$

ايثانول → ايثانال

6) حضر الايثان من الايثانال (2015/د1)

ج/

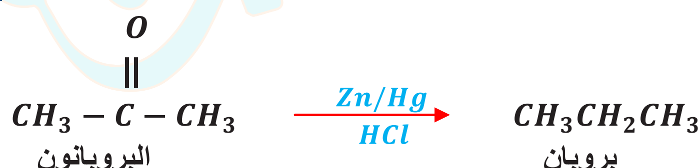


$$CH_3-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-H \xrightarrow[HCl]{Zn/Hg} CH_3-CH_3$$

ايثانال → ايثان

7) حضر البروبان من البروبانون . (2013 /د1- خ ق)

ج/



$$CH_3-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-CH_3 \xrightarrow[HCl]{Zn/Hg} CH_3CH_2CH_3$$

البروبانون → بروبان

8) حضر البروبان من البروبانال (2013 /د2- التكميلي)

ج/

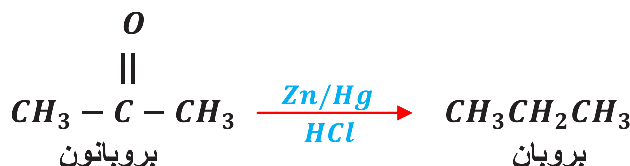


$$CH_3CH_2-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-H \xrightarrow[HCl]{Zn/Hg} CH_3CH_2CH_3$$

بروبانال → بروبان

9) اكتب تفاعل اختزال البروبانون . (3 د/ 2016)

ج/

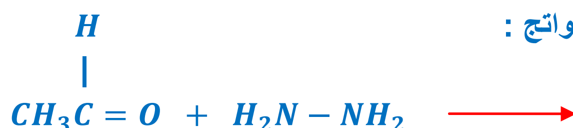


$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3 \xrightarrow[HCl]{Zn/Hg} CH_3CH_2CH_3$$

بروبانون   بروبان

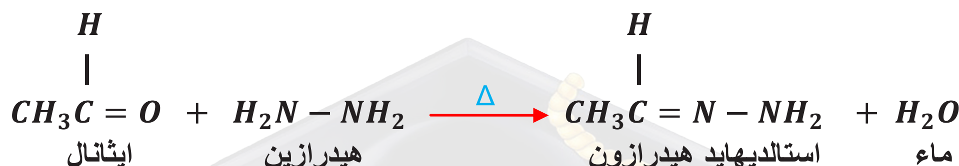
---

10) اكمل المعادلة الاتية مع تسمية المتفاعلات والنواتج : (2017 /د2- خ ق)



$$CH_3\overset{\overset{H}{|}}{C}=O + H_2N-NH_2 \longrightarrow$$

ج/



$$CH_3\overset{\overset{H}{|}}{C}=O + H_2N-NH_2 \xrightarrow{\Delta} CH_3\overset{\overset{H}{|}}{C}=N-NH_2 + H_2O$$

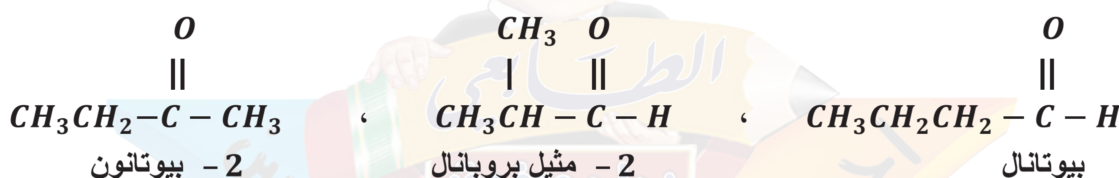
ايثانال   هيدرازين   استالديهايد هيدرازون   ماء

---

11) اكتب جميع الصيغ البنائية المحتملة للمركب C_4H_8O مع تبيان المجموعة الوظيفية فيها واسم المركب . (2019 /د1)

ج/

المركب الديهايد او كيتون والمجموعة الوظيفية هي الكاربونيل $-C=O$



$$CH_3CH_2CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H \quad ، \quad CH_3\overset{\overset{CH_3}{|}}{CH}-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H \quad ، \quad CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3$$

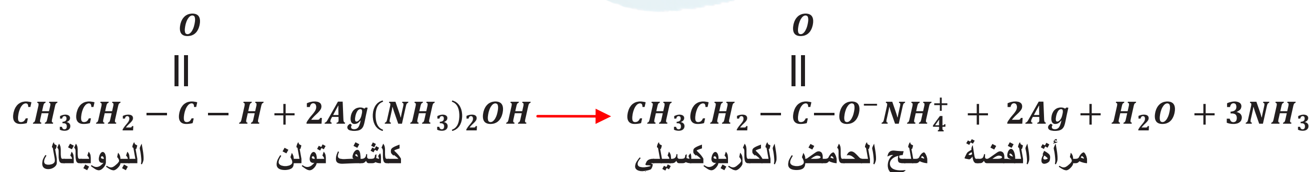
بيوتانال   2 – مثيل بروبانال   2 – بيوتانون

---

12) كيف تميز عملياً بين مركب البروبانال والبروبانون بأستخدام كاشف تولن .

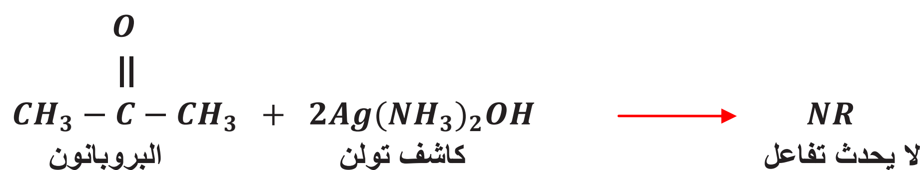
(2013 /د 1) (2014 /د 1) (2016 /ت) (2017 /د 1- موصل) (2017 /د 2)
(2018 /د2) (2018 /د 2- خ ق) (2019 /د1- خ ق) (2019 /د 2)

ج/



$$CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H + 2Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O^-NH_4^+ + 2Ag + H_2O + 3NH_3$$

البروبانال   كاشف تولن   ملح الحامض الكاربوكسيلي   مرأة الفضة

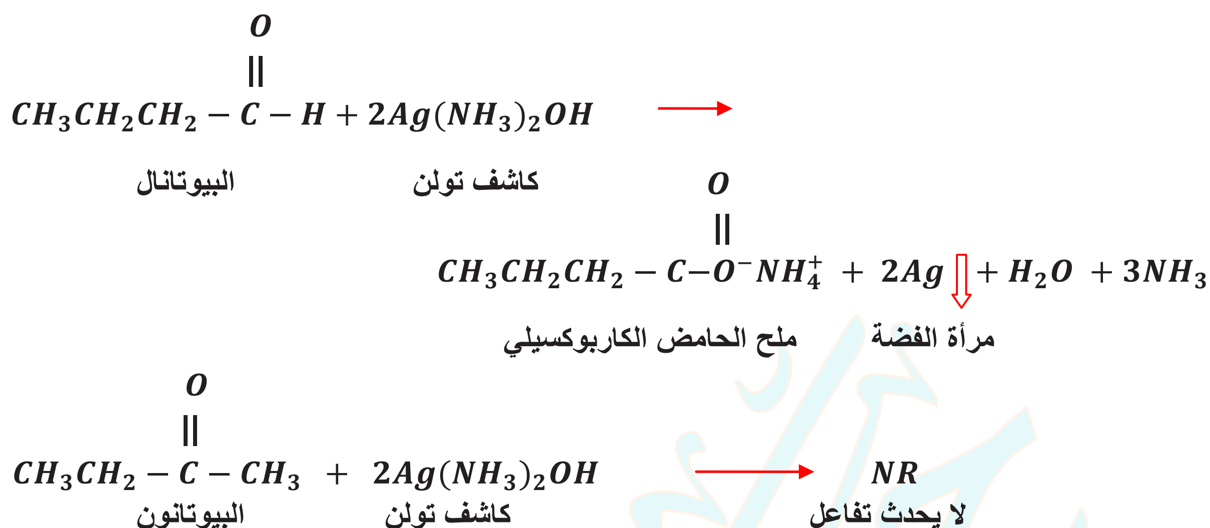


$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3 + 2Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow NR$$

البروبانون   كاشف تولن   لا يحدث تفاعل

13) كيف تميز عملياً بين مركب البيوتانال والبيوتانون بأستخدام كاشف تولن . **(2016 /د1- خ ق) (2016 /د1- خ ق)**

ج/



$$CH_3CH_2CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H + 2Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow CH_3CH_2CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O^-NH_4^+ + 2Ag\downarrow + H_2O + 3NH_3$$

البيوتانال   كاشف تولن   ملح الحامض الكاربوكسيلي   مرأة الفضة

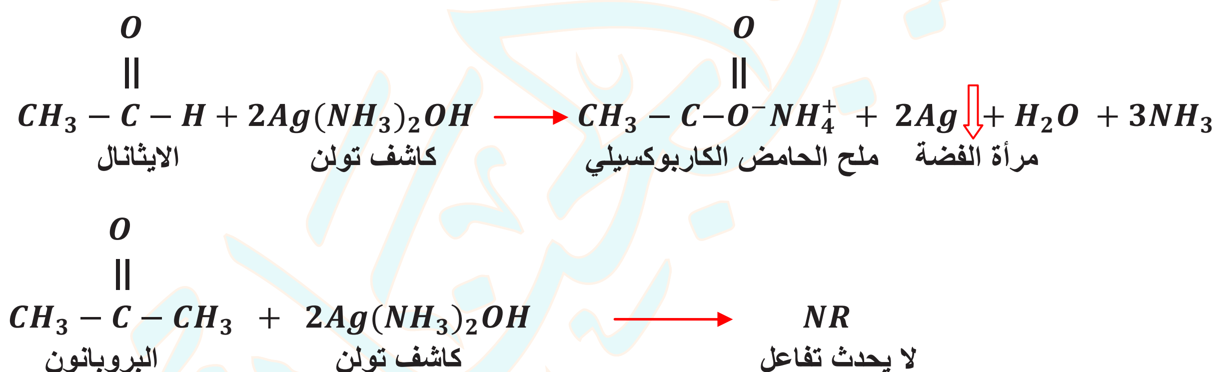
$$CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3 + 2Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow NR$$

البيوتانون   كاشف تولن   لا يحدث تفاعل

---

14) كيف تميز بين الايثانال والبروبانون باستخدام كاشف تولن . **(2017 /د2- موصل)**

ج/



$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H + 2Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O^-NH_4^+ + 2Ag\downarrow + H_2O + 3NH_3$$

الايثانال   كاشف تولن   ملح الحامض الكاربوكسيلي   مرأة الفضة

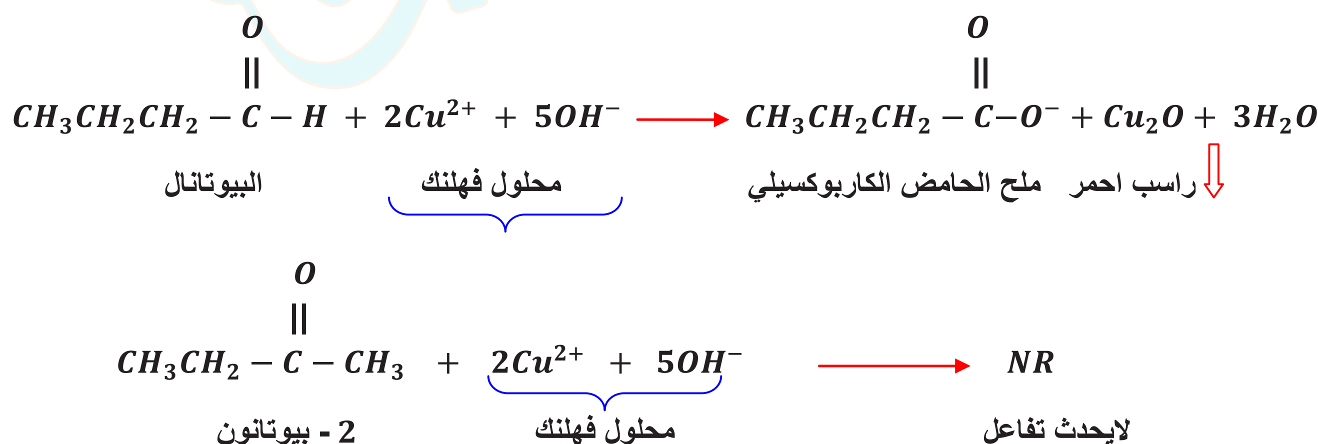
$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3 + 2Ag(NH_3)_2OH \longrightarrow NR$$

البروبانون   كاشف تولن   لا يحدث تفاعل

---

15) كيف تميز عملياً بين مركب البيوتانال و 2 - بيوتانون بأستخدام محلول فهلنك . **(2018 /د1 خ ق)**

ج/



$$CH_3CH_2CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H + \underbrace{2Cu^{2+} + 5OH^-}_{\text{محلول فهلنك}} \longrightarrow CH_3CH_2CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O^- + Cu_2O\downarrow + 3H_2O$$

البيوتانال   محلول فهلنك   ملح الحامض الكاربوكسيلي   راسب احمر

$$CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-CH_3 + \underbrace{2Cu^{2+} + 5OH^-}_{\text{محلول فهلنك}} \longrightarrow NR$$

2 - بيوتانون   محلول فهلنك   لايحدث تفاعل

تحضيرات الحوامض الكاربوكسيلية

1) مبتدئاً من الايثانول وما تحتاج اليه حضر حامض البروبانويك . (2 د/ 2014)

ج/



$$CH_3CH_2-OH + PCl_5 \longrightarrow CH_3CH_2-Cl + POCl_3 + HCl$$



$$CH_3CH_2-Cl + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3CH_2-MgCl$$



$$CH_3CH_2-MgCl + CO_2 \longrightarrow CH_3CH_2COO-MgCl$$



$$CH_3CH_2COO-MgCl + HCl \xrightarrow{H_2O} CH_3CH_2COOH + MgCl_2$$

2) من بروميد المثيل (برومو ميثان) وما تحتاج اليه حضر حامض الايثانويك . (1 د/ 2018)

ج/



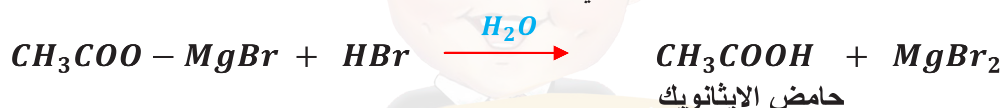
$$CH_3-Br + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3-MgBr$$

برومو ميثان ... كاشف كرينيارد



$$CH_3-MgBr + CO_2 \longrightarrow CH_3COO-MgBr$$

مركب وسطي



$$CH_3COO-MgBr + HBr \xrightarrow{H_2O} CH_3COOH + MgBr_2$$

حامض الايثانويك

3) مبتدئاً بالايثانال حضر حامض البروبانويك . (3 د/ 2015)

ج/



$$CH_3-CHO + H_2 \xrightarrow[\text{[Red]}]{Ni} CH_3CH_2-OH$$

ايثانال ... ايثانول



$$CH_3CH_2-OH + PCl_5 \longrightarrow CH_3CH_2-Cl + POCl_3 + HCl$$

الايثانول ... كلورو ايثان



$$CH_3CH_2-Cl + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3CH_2-MgCl$$



$$CH_3CH_2-MgCl + CO_2 \longrightarrow CH_3CH_2COO-MgCl$$



$$CH_3CH_2COO-MgCl + HCl \xrightarrow{H_2O} CH_3CH_2COOH + MgCl_2$$

4) مبتدئاً من كلوريد الاثيل حضر حامض البروبانويك . (2 د/ 2013) (د/1- خ ق 2016) (1 د/ 2017) (ت/ 2017) (د/ 2018 -2 خ ق)

ج/



$$CH_3CH_2-Cl + Mg \xrightarrow{\text{ايثر جاف}} CH_3CH_2-MgCl$$



$$CH_3CH_2-MgCl + CO_2 \longrightarrow CH_3CH_2COO-MgCl$$



$$CH_3CH_2COO-MgCl + HCl \xrightarrow{H_2O} CH_3CH_2COOH + MgCl_2$$

5) مبتدئاً من بروميد الاثيل حضر حامض البروبانويك . (2016 /د 3- خ ق) (2018 /ت)

ج/



$$CH_3CH_2-Br + Mg \longrightarrow CH_3CH_2-MgBr$$



$$CH_3CH_2-MgBr + CO_2 \longrightarrow CH_3CH_2COO-MgCl$$



$$CH_3CH_2COO-MgBr + HCl \xrightarrow{H_2O} CH_3CH_2COOH + MgBr_2$$

---

6) مبتدئاً من كلوريد البروبيل حضر حامض البيوتانويك . (2019 /د2)

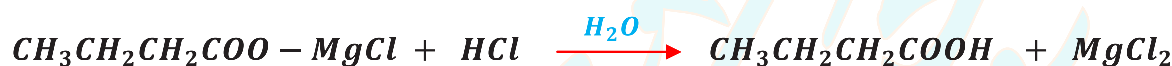
ج/



$$CH_3CH_2CH_2-Cl + Mg \longrightarrow CH_3CH_2CH_2-MgCl$$



$$CH_3CH_2CH_2-MgCl + CO_2 \longrightarrow CH_3CH_2CH_2COO-MgCl$$



$$CH_3CH_2CH_2COO-MgCl + HCl \xrightarrow{H_2O} CH_3CH_2CH_2COOH + MgCl_2$$

---

7) حضر حامض الايثانويك من بروميد المثيل . (2015 /د1- نازحين) (2016 /د1) (2017 /د2- خ ق) (2018 /د1)

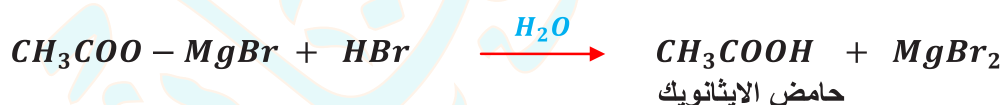
ج/



$$CH_3-Br + Mg \longrightarrow CH_3-MgBr$$



$$CH_3-MgBr + CO_2 \longrightarrow CH_3COO-MgBr$$

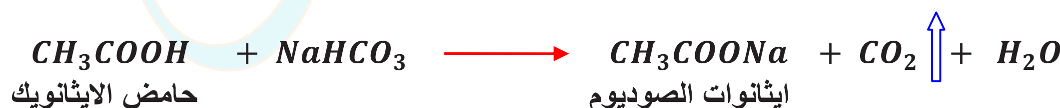


$$CH_3COO-MgBr + HBr \xrightarrow{H_2O} CH_3COOH + MgBr_2$$

---

8) اكتب معادلة تفاعل حامض الخليك مع بيكاربونات الصوديوم $NaHCO_3$. (2016 /ت) (2019 /د1- خ ق)

ج/

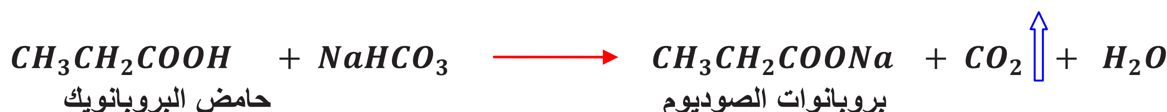


$$CH_3COOH + NaHCO_3 \longrightarrow CH_3COONa + CO_2\uparrow + H_2O$$

---

9) اكتب معادلة تفاعل حامض البروبانويك مع بيكاربونات الصوديوم $NaHCO_3$. (2018 /د3)

ج/



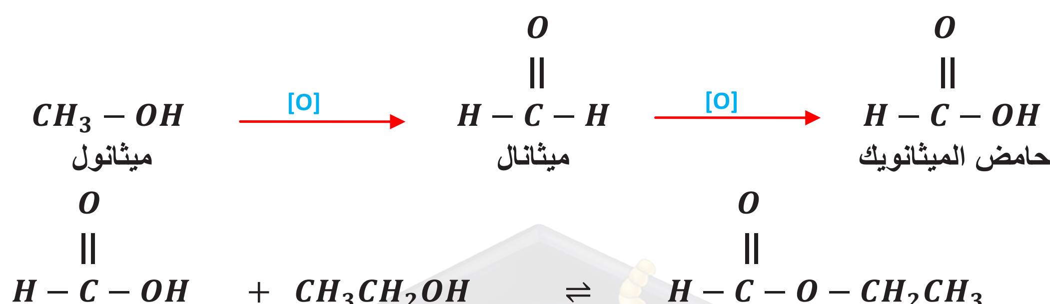
$$CH_3CH_2COOH + NaHCO_3 \longrightarrow CH_3CH_2COONa + CO_2\uparrow + H_2O$$

وزاريات الاسترات

1) مبتدئاً بالميثانول حضر اثيل ميثانوات: (1 د/ 2014) (3 د/ 2014) (ت/ 2016)

ج/

اكسدة كحول الميثانول اكسدة تامة ليعطي حامض الميثانويك ، ثم مفاعلة الحامض مع كحول الايثانول لينتج الاستر:



$$CH_3-OH \xrightarrow{[O]} H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H \xrightarrow{[O]} H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

ميثانول — ميثانال — حامض الميثانويك

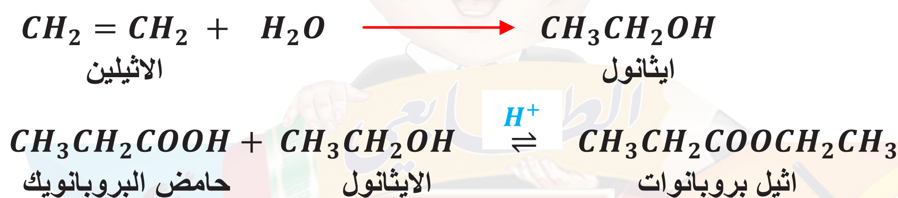
$$H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + CH_3CH_2OH \rightleftharpoons H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2CH_3$$

---

2) مبتدئاً من الاثيلين $(CH_2=CH_2)$ حضر اثيل بروبانوات . (1د/ 2018- خ ق)

ج/

(تحضير كحول الايثانول من الاثيلين ثم مفاعلة الكحول مع حامض البروبانويك)



$$CH_2=CH_2 + H_2O \longrightarrow CH_3CH_2OH$$

الاثيلين — ايثانول

$$CH_3CH_2COOH + CH_3CH_2OH \overset{H^+}{\rightleftharpoons} CH_3CH_2COOCH_2CH_3$$

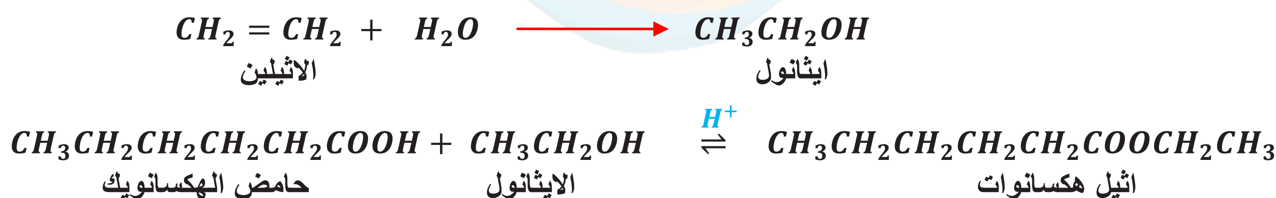
حامض البروبانويك — الايثانول — اثيل بروبانوات

---

3) مبتدئاً من الاثيلين بين بالمعادلات تحضير اثيل هكسانوات: (1د/ 2015- خ ق) (1د/ 2018- خ ق)

ج/

(تحضير كحول الايثانول من الاثيلين ثم مفاعلة الكحول مع حامض الهكسانويك)



$$CH_2=CH_2 + H_2O \longrightarrow CH_3CH_2OH$$

الاثيلين — ايثانول

$$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2COOH + CH_3CH_2OH \overset{H^+}{\rightleftharpoons} CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2COOCH_2CH_3$$

حامض الهكسانويك — الايثانول — اثيل هكسانوات

---

4) مبتدئاً بكلوريد الاستيل حضر مثيل ايثانوات: (1د/ 2013- خ ق)

ج/



$$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-Cl + CH_3OH \xrightarrow{\text{بيريدين}} CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_3 + HCl$$

كلوريد الاستيل — ميثانول — مثيل ايثانوات

5) مبتدئاً بكلوريد الاستيل حضر اثيل ايثانوات: (2015 ت/) (2017 د/ 2) (2018 د/ 2)

ج/



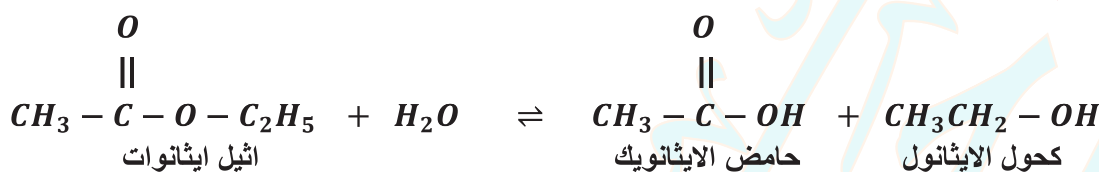
$$CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-Cl + CH_3CH_2OH \xrightarrow{\text{بيريدين}} CH_3\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2CH_3 + HCl$$

كلوريد الاستيل — ايثانول — اثيل ايثانوات

6) اكتب تفاعلات التحلل المائي لاثيل ايثانوات مرة في وسط حامضي واخر في وسط قاعدي . (2014 د/ 2) (2015 د/ 1) (2016 د/1- خ ق)

ج/

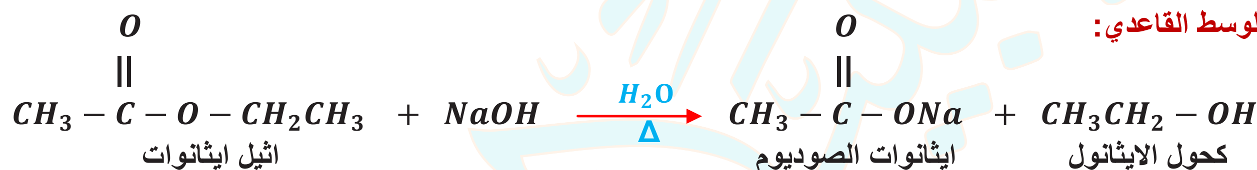
الوسط الحامضي:



$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-C_2H_5 + H_2O \rightleftharpoons CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + CH_3CH_2-OH$$

اثيل ايثانوات — حامض الايثانويك — كحول الايثانول

الوسط القاعدي:



$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2CH_3 + NaOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-ONa + CH_3CH_2-OH$$

اثيل ايثانوات — ايثانوات الصوديوم — كحول الايثانول

7) اكتب تفاعلات التحلل المائي لاثيل ايثانوات في وسط حامضي . (2017 د/ 3) (2018 ت/)

ج/

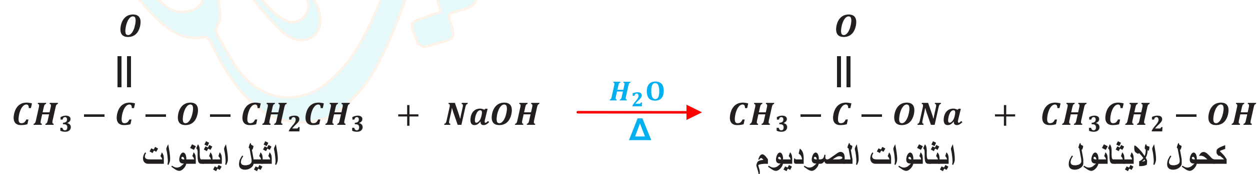


$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-C_2H_5 + H_2O \rightleftharpoons CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + CH_3CH_2-OH$$

اثيل ايثانوات — حامض الايثانويك — كحول الايثانول

8) اكتب تفاعلات التحلل المائي لاثيل ايثانوات في وسط قاعدي . (2017 د/ 1)

ج/

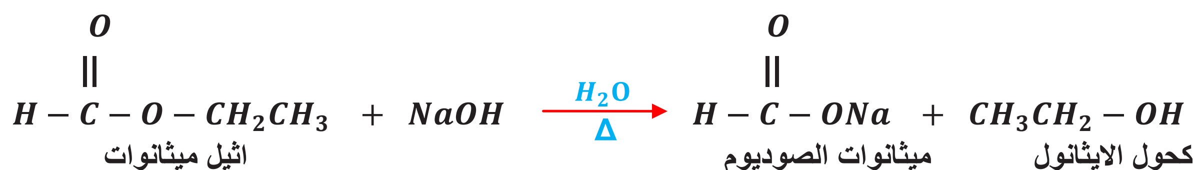


$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2CH_3 + NaOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-ONa + CH_3CH_2-OH$$

اثيل ايثانوات — ايثانوات الصوديوم — كحول الايثانول

9) اكتب تفاعلات التحلل المائي لاثيل ميثانوات في محيط قاعدي . (2013 د/ 1)

ج/



$$H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2CH_3 + NaOH \xrightarrow[\Delta]{H_2O} H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-ONa + CH_3CH_2-OH$$

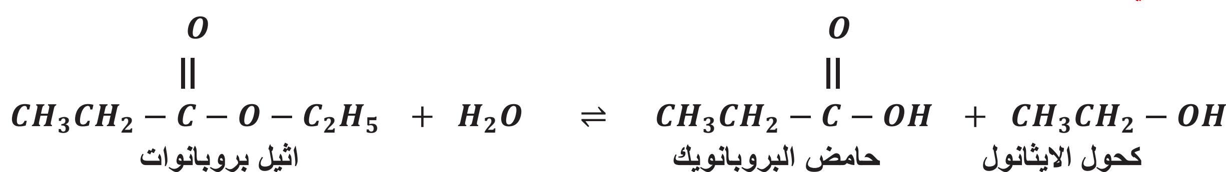
اثيل ميثانوات — ميثانوات الصوديوم — كحول الايثانول



10) اكتب تفاعلات التحلل المائي لاثيل بروبانوات مرة في وسط حامضي واخر في وسط قاعدي **(2016/ د1- خ ق)**

ج/

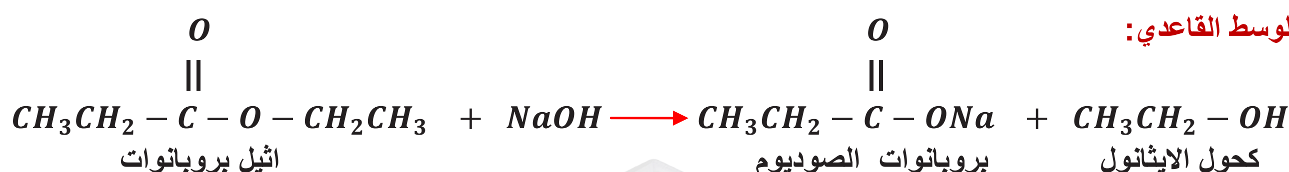
الوسط الحامضي:



$$CH_3CH_2-\overset{\overset{\large O}{||}}{C}-O-C_2H_5 + H_2O \rightleftharpoons CH_3CH_2-\overset{\overset{\large O}{||}}{C}-OH + CH_3CH_2-OH$$

اثيل بروبانوات — حامض البروبانويك — كحول الايثانول

الوسط القاعدي:



$$CH_3CH_2-\overset{\overset{\large O}{||}}{C}-O-CH_2CH_3 + NaOH \longrightarrow CH_3CH_2-\overset{\overset{\large O}{||}}{C}-ONa + CH_3CH_2-OH$$

اثيل بروبانوات — بروبانوات الصوديوم — كحول الايثانول

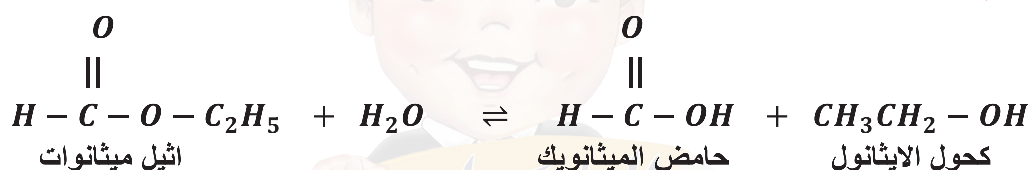
---

11) اكتب تفاعلات التحلل المائي لاثيل ميثانوات مرة في وسط حامضي واخر في وسط قاعدي

(2013/ت) **(2016/ د 1)**

ج/

الوسط الحامضي:



$$H-\overset{\overset{\large O}{||}}{C}-O-C_2H_5 + H_2O \rightleftharpoons H-\overset{\overset{\large O}{||}}{C}-OH + CH_3CH_2-OH$$

اثيل ميثانوات — حامض الميثانويك — كحول الايثانول

الوسط القاعدي:



$$H-\overset{\overset{\large O}{||}}{C}-O-CH_2CH_3 + NaOH \longrightarrow H-\overset{\overset{\large O}{||}}{C}-ONa + CH_3CH_2-OH$$

اثيل ميثانوات — ميثانوات الصوديوم — كحول الايثانول

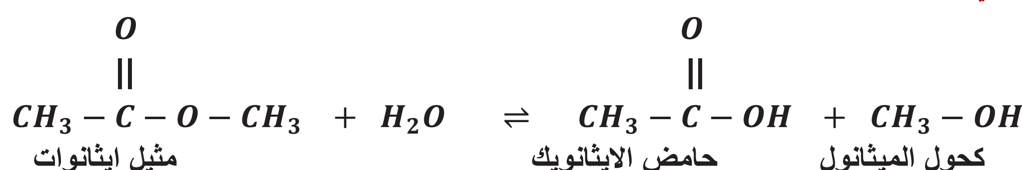
---

12) اكتب تفاعلات التحلل المائي لمثيل ايثانوات مرة في وسط حامضي واخر في وسط قاعدي

(2016/ د3- خ ق)

ج/

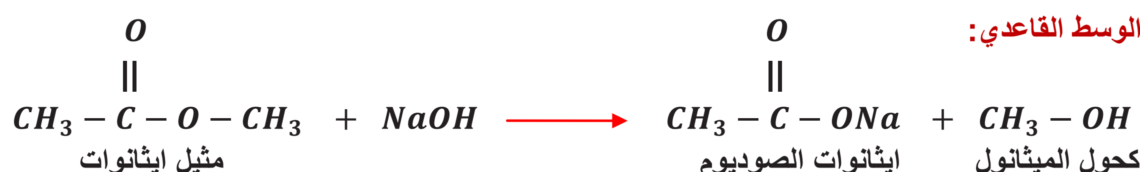
الوسط الحامضي:



$$CH_3-\overset{\overset{\large O}{||}}{C}-O-CH_3 + H_2O \rightleftharpoons CH_3-\overset{\overset{\large O}{||}}{C}-OH + CH_3-OH$$

مثيل ايثانوات — حامض الايثانويك — كحول الميثانول

الوسط القاعدي:



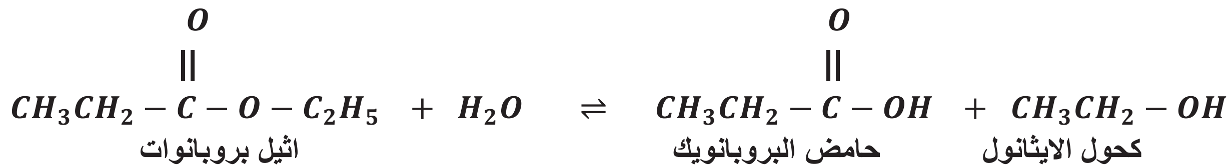
$$CH_3-\overset{\overset{\large O}{||}}{C}-O-CH_3 + NaOH \longrightarrow CH_3-\overset{\overset{\large O}{||}}{C}-ONa + CH_3-OH$$

مثيل ايثانوات — ايثانوات الصوديوم — كحول الميثانول

13) اكتب تفاعلات التحلل المائي لاثيل بروبانوات في وسط حامضي . (1د/ 2018)

ج/

الوسط الحامضي:



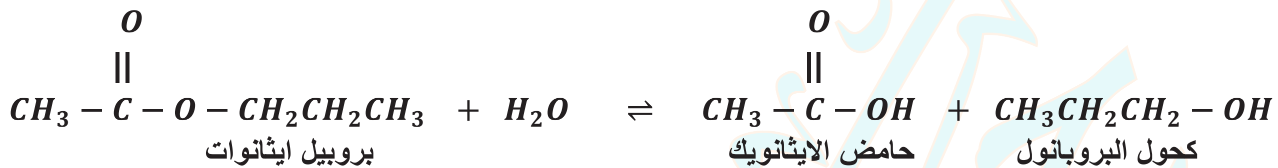
$$CH_3CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-C_2H_5 + H_2O \rightleftharpoons CH_3CH_2-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + CH_3CH_2-OH$$

اثيل بروبانوات ، حامض البروبانويك ، كحول الايثانول

---

14) اكتب تفاعلات التحلل المائي لبروبيل ايثانوات في وسط حامضي . (2018/ د2- خ ق)

ج/



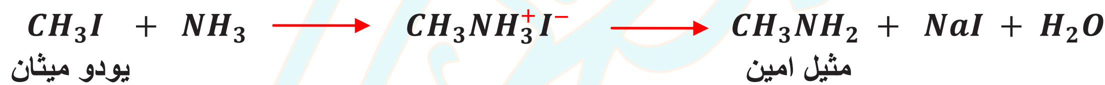
$$CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-O-CH_2CH_2CH_3 + H_2O \rightleftharpoons CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH + CH_3CH_2CH_2-OH$$

بروبيل ايثانوات ، حامض الايثانويك ، كحول البروبانول

وزاريات الامينات

1) حضر مثيل امين من يودو ميثان . (1 د/ 2015) (2 د/ 2016)

ج/



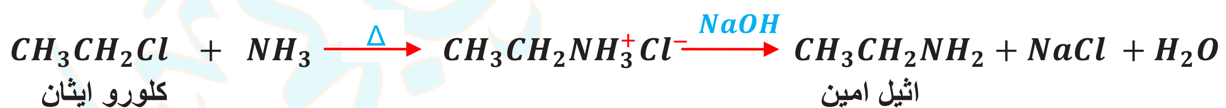
$$CH_3I + NH_3 \longrightarrow CH_3NH_3^+I^- \longrightarrow CH_3NH_2 + NaI + H_2O$$

يودو ميثان ، مثيل امين

---

2) من كلوريد الاثيل (كلورو ايثان) حضر اثيل امين : (2 د/ 2013) (ت/ 2017) (ت/ 2019)

ج/



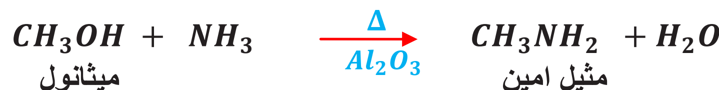
$$CH_3CH_2Cl + NH_3 \xrightarrow{\Delta} CH_3CH_2NH_3^+Cl^- \xrightarrow{NaOH} CH_3CH_2NH_2 + NaCl + H_2O$$

كلورو ايثان ، اثيل امين

---

3) مبتدئاً من الميثانول حضر مثيل امين . (1 د/ 2014) (1 د/ 2017)

ج/



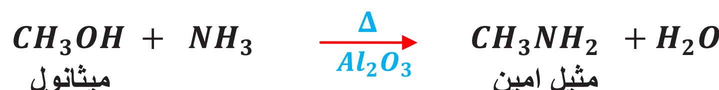
$$CH_3OH + NH_3 \xrightarrow[Al_2O_3]{\Delta} CH_3NH_2 + H_2O$$

ميثانول ، مثيل امين

---

4) اكتب تفاعل الامونيا مع الميثانول . (3 د/ 2016)

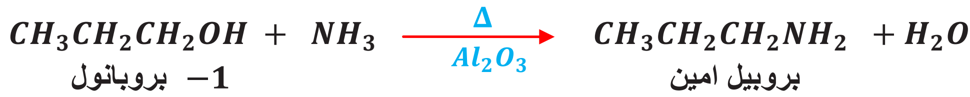
ج/



$$CH_3OH + NH_3 \xrightarrow[Al_2O_3]{\Delta} CH_3NH_2 + H_2O$$

ميثانول ، مثيل امين

5) حضر بروبيل امين بأستخدام كحول مناسب . (2016 /د 3- خ ق)



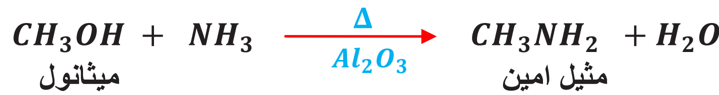
$$CH_3CH_2CH_2OH + NH_3 \xrightarrow[Al_2O_3]{\Delta} CH_3CH_2CH_2NH_2 + H_2O$$

1− بروبانول ← بروبيل امين

---

6) حضر مثيل امين من كحول مناسب . (2013 /د 2- التكميلي)

ج/

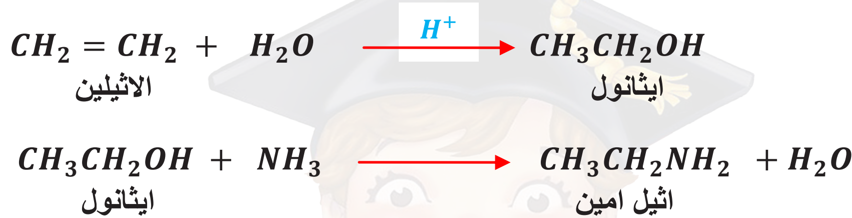


$$CH_3OH + NH_3 \xrightarrow[Al_2O_3]{\Delta} CH_3NH_2 + H_2O$$

ميثانول ← مثيل امين

---

7) حضر اثيل امين من الاثيلين . (2015 /ت)



$$CH_2 = CH_2 + H_2O \xrightarrow{H^+} CH_3CH_2OH$$

الاثيلين ← ايثانول

$$CH_3CH_2OH + NH_3 \longrightarrow CH_3CH_2NH_2 + H_2O$$

ايثانول ← اثيل امين

او اضافة هاليد الهيدروجين مثال HCl الى الالكين لينتج الهاليد ومنه نحصل على الامين بعد تفاعله مع الامونيا .

---

8) تعد الامينات قواعد وفق مفهوم لويس ، علل ذلك ؟ (2013 /د 1- خ ق) (2017 /د 3)

ج/

بسبب وجود المزدوج الالكتروني غير المشترك لذرة النتروجين (NH_3 :) والذي يكون اصرة جديدة مع البروتون او مع حوامض لويس كما في المعادلة:



$$R - \ddot{N}H_2 + HCl \longrightarrow R - NH_3^+Cl^-$$

اسئلة متفرقة

1) استنتج الصيغ البنائية للمركبات العضوية A و B و C و D و E في مخطط التفاعلات التالية اذا علمت ان A مركب عضوي يحوي على ذرتي كاربون:

$$A \xrightarrow{HCl} B \xrightarrow[\text{ايثر جاف}]{Mg} C \xrightarrow{CO_2} D \xrightarrow{HCl} E$$

(2013 /د 2 – التكميلي)

ج/

من المعادلة نستنتج ان المركب A الكين ، والمركب B هاليد الكيل ، والمركب C كاشف كرينيارد ، والمركب D مركب وسطي و E حامض كاربوكسيلي وكالاتي:





$$CH_2 = CH_2 \xrightarrow{HCl} CH_3CH_2Cl \xrightarrow[\text{ايثر جاف}]{Mg} CH_3CH_2 - MgCl \xrightarrow{CO_2} CH_3CH_2COO - MgCl$$

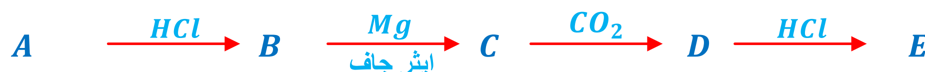
بروبين (A) ← كلورو ايثان (B) ← كلوريد المغنيسيوم الاثيل (C) ← مركب وسطي (D)



$$\longrightarrow CH_3CHCOOH + MgCl_2$$

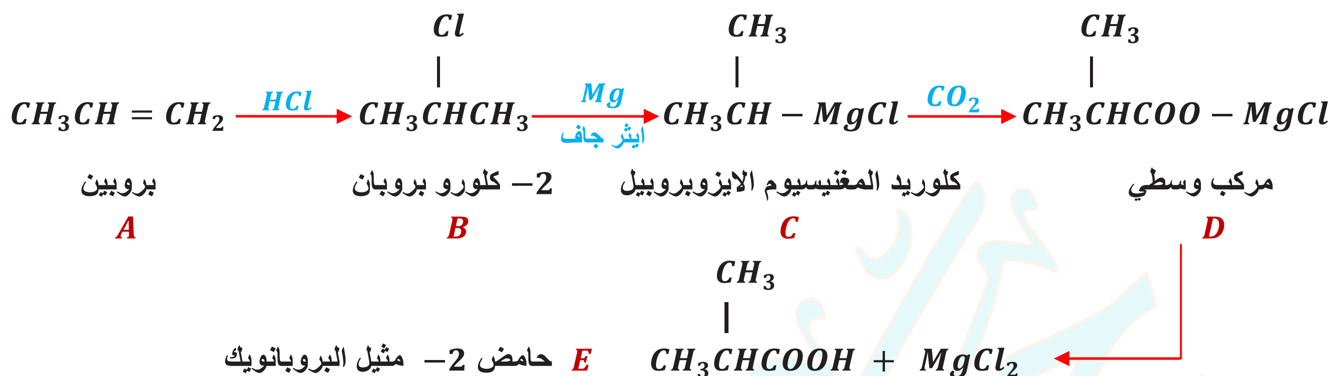
E حامض البروبانويك

2) استنتج الصيغ البنائية للمركبات العضوية A و B و C و D و E في مخطط التفاعلات التالية اذا علمت ان A مركب عضوي يحوي على ثلاث ذرات كاربون:



$$A \xrightarrow{HCl} B \xrightarrow[\text{ايثر جاف}]{Mg} C \xrightarrow{CO_2} D \xrightarrow{HCl} E$$

ج/ (3 د/ 2016) (خ ق – 1 د/ 2017) (3 د/ 2018)



$$CH_3CH=CH_2 \xrightarrow{HCl} CH_3CH(Cl)CH_3 \xrightarrow[\text{ايثر جاف}]{Mg} CH_3CH(CH_3)-MgCl \xrightarrow{CO_2} CH_3CH(CH_3)COO-MgCl$$

بروبين A — 2– كلورو بروبان B — كلوريد المغنيسيوم الايزوبروبيل C — مركب وسطي D

$$D \longrightarrow CH_3CH(CH_3)COOH + MgCl_2$$

E حامض 2– مثيل البروبانويك

---

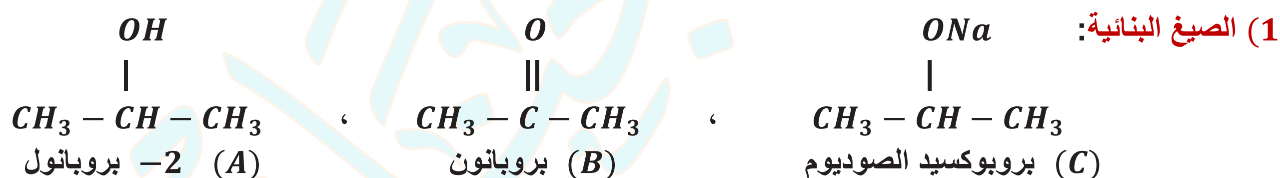
3) يتكون المركب (A) من ثلاث ذرات كاربون ، يتأكسد ليعطي المركب (B) وهذا بدوره لا يعطي كشف محلول فهلنك . وعند تفاعل المركب (A) مع فلز الصوديوم ينتج المركب (C) ، اما اذا اختزل المركب (B) فانه يعطي المركب (A)

أ) اكتب الصيغ البنائية لكل من : A و B و C ب) اكتب المعادلات الكيميائية لتكوين المركبات A و B و C .

ج/ (2 د/ 2013) (3 د/ 2015)

بما ان المركب A يتأكسد فهو كحول ، وبما ان المركب B لايعطي كشف فهلنك لذلك فهو كيتون والمركب A كحول اولي ، اما المركب C فهو كوكسيد .

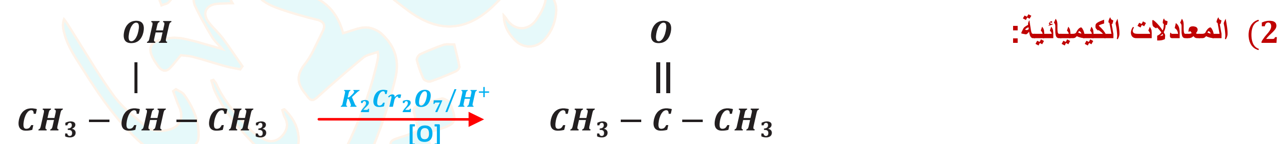
1) الصيغ البنائية:



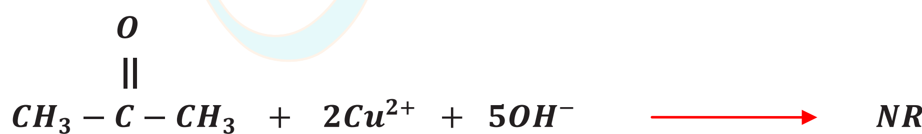
$$CH_3-CH(ONa)-CH_3 \quad , \quad CH_3-C(=O)-CH_3 \quad , \quad CH_3-CH(OH)-CH_3$$

(C) بروبوكسيد الصوديوم — (B) بروبانون — (A) 2– بروبانول

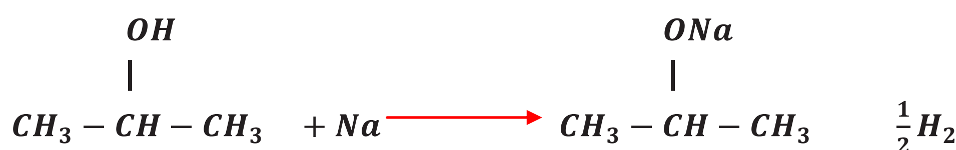
2) المعادلات الكيميائية:



$$CH_3-CH(OH)-CH_3 \xrightarrow[{[O]}]{K_2Cr_2O_7/H^+} CH_3-C(=O)-CH_3$$



$$CH_3-C(=O)-CH_3 + 2Cu^{2+} + 5OH^- \longrightarrow NR$$



$$CH_3-CH(OH)-CH_3 + Na \longrightarrow CH_3-CH(ONa)-CH_3 \quad \frac{1}{2}H_2$$



$$CH_3-C(=O)-CH_3 + H_2 \xrightarrow[{[Red]}]{Ni} CH_3-CH(OH)-CH_3$$

الفصل الثامن – الكيمياء الحياتية

التعاريف

1) الكاربوهيدرات ثنائية التسكر: (2016 د/ 1)
وهي الكاربوهيدرات التي تتكون من ارتباط جزيئتين من السكر الاحادي متماثلتين او مختلفتين بعد فقدان جزيئة ماء ، مثال السكروز والمالتوز $C_{12}H_{22}O_{11}$.

2) النشأ: (2017 د/ 3)
وهو من الكاربوهيدرات متعددة التسكر جزيئاتها تنشأ من وحدات من الكلوكوز يتم ترابطها من خلال فك الاصرة الثنائية فـي الكاربونيل وتكوين بوليمر من جزيئات الكلوكوز ، مثال البطاطا .

3) الانزيمات: (2016 /ت) (2019 د/ 1)
وهي صنف من البروتينات موجودة في جميع خلايا جسم الكائن الحي كعوامل مساعدة عضوية تتكون داخل الاجسام الحية وتعمل بصورة مستقلة ولها فاعلية في العمليات الحيوية كالهضم والتمثيل الغذائي وعملية التنفس .

4) الانزيمات الداخلية: (2014 د/ 3) (2015 د/ 1) (2017 د/ 1 خ ق) (2018 /ت) (2018 د/ 2 -خ ق)
وتعمل داخل الخلية نفسها وليس لها القابلية على التنافذ خلال غشاء معين مثل الانزيمات التأكسدية .

5) الانزيمات الخارجية: (2015 د/ 1 – خ ق) (2016 د/ 3 – خ ق) (2018 د/3)
ويكون عملها خارج الخلية (اي بعد افرازها من الانسجة) مثل الانزيمات الهاضمة .

التعاليل

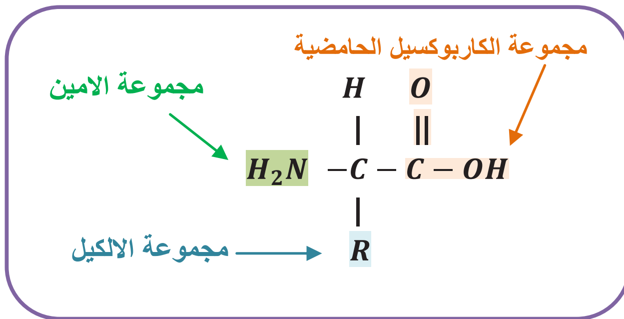
1) يُعد سكر الفركتوز من السكريات المختزلة . (2015 /ت)
(2015 د/ 2 – خ ق) (2017 /ت) (2017 د/ 2) (2019 د/ 1)
ج/ بسبب قابلية الفركتوز للتأكسد على العكس من الكيتونات ، حيث يتأكسد بمحلول فهلنك او تولن ، اما الكيتونات فلا تتأكسد

2) يصعب فصل البروتينات بطرق كيميائية بسيطة . (2013 د/ 1) (2014 د/ 2) (2016 د/ 3)
(2017 د/ 1) (2017 د/ 2 – موصل) (2018 د/ 3)
ج/ وذلك نظراً لتشابه تركيبها الكيميائي وصفاتها الفيزيائية والكيميائية .

3) لا يستخدم الكالسيوم او المغنيسيوم بديلاً عن الصوديوم او البوتاسيوم في صناعة الصابون . (2014 /ت)
(2015 د/ 3) (2016 د/ 3 – خ ق) (2017 د/ 2 – خ ق) (2017 د/ 3 – موصل) (2018 د/ 1 – خ ق)
ج/ لان ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم من مسببات العسرة للماء فلا يرغو الصابون بالماء عند وجود تلك الايونات فيه لذا لا يمكن استخدام هذين العنصرين .

4) البروتينات مواد ذات صفات حامضية – قاعدية (مواد امفوتيرية) .
(2014 د 1) (2016 د 1)
(2016 د 1 – خ ق) (2017 د 1 – موصل) (2018 ت) (2018 د 2) (2018 د 2 – خ ق) (2019 د 3)

ج/ وذلك لان اساس البروتينات هو الحوامض الامينية وان احد طرفي البروتين عبارة عن مجموعة كاربوكسيل الحامضية التي تتفاعل مع القواعد والطرف الاخر مجموعة الامين القاعدية التي تتفاعل مع الحوامض ولذلك البروتينات تعد امفوتيرية .



5) تتفاعل البروتينات مع الحوامض والقواعد .
(2015 د 1 – نازحين) (2018 د 1)
ج/ نفس الجواب في التعليل 4 اعلاه .

الفراغات

1) الصيغة العامة للاحماض الامينية هي .... (2019 د 1 – خ ق)
ج/

$$H_2N\ -\underset{\displaystyle R}{\underset{|}{CH}} - COOH$$

2) هناك نوعين من الانزيمات هي .... و .... (2013 د 2)
ج/ الانزيمات الداخلية و الانزيمات الخارجية .

3) يتوقف عمل الصابون الناتج من عملية الصوبنة على .... و ....
ج/ نوع القاعدة المستخدمة و نوع الزيت او الدهن . (2014 د 2) (2017 د 1) (2018 د 1)

4) يتم الكشف عن النشأ بأضافة قطرات من محلول النشأ المائي الى محلول .... (2016 د 1 – خ ق)
ج/ اليود في يوديد البوتاسيوم .

5) يتكون جزئ السكروز من وحدات صغيرة هي .... (2016 د 2 – خ ق)
ج/ كلوكوز و فركتوز

6) تعد .... الوحدة الاساسية لبناء البروتين . (2017 د 2- موصل) (2017 د 1 – خ ق)
ج/ الاحماض الامينية .

7) البروتينات مواد ذات صفات .... (2018 د 1 – خ ق)
ج/ امفوتيرية .

8) من الكاربوهيدرات ثنائية التسكر (سكريات ثنائية) هي (الفركتوز ، المالتوز ، السيليلوز) . (2018 د 2)
ج/ المالتوز .

9) الانزيمات الخارجية يكون عملها خارج نطاق الخلية مثل .... ج/ الانزيمات الهاضمة (2019 د 3)



وزاريات متفرقة

1) علام يتوقف عمل الصابون في عملية الصوبنة ؟ (2015 /د 2) (2019 /د 2)

ج/ يتوقف عمل الصابون الناتج من عملية الصوبنة على نوع القاعدة المستخدمة ونوع الزيت او الدهن .

---

2) علام يتوقف عمل الصابون في عملية الصوبنة ؟ وعلى ماذا تتوقف جودة الصابون ؟ (2013 /د 2 – التكميلي) (2013 /د 1 – خ ق)

ج/ يتوقف عمل الصابون الناتج من عملية الصوبنة على نوع القاعدة المستخدمة ونوع الزيت او الدهن ، اما جودة الصابون فتتوقف على نوع الدهون المستخدمة .

---

3) عدد انواع الانزيمات ، واذكر ثلاثاً من صفاتها . (2016 /د 3) (2017 /د 3) (2019 /د 1)

ج/

انواعها: الانزيمات الداخلية و الانزيمات الخارجية

صفاتها:

1) تتلف بالحرارة 2) تعمل ضمن نطاق معين 3) تفقد فاعليتها بمرور الزمن 4) تتجدد بأستمرار .

---

4) عدد خواص الانزيمات (2013 /ت)

1) تتلف بالحرارة
2) تعمل ضمن نطاق معين
3) تفقد فاعليتها بمرور الزمن
4) تتجدد بأستمرار .

---

5) عدد انواع الكاربوهيدرات مع مثال لكل منها . (2016 /د 2)

ج/

1) الكاربوهيدرات احادية التسكر (سكريات احادية) مثال الكلوكوز .
2) الكاربوهيدرات ثنائية التسكر (سكريات ثنائية) مثال السكروز.
3) الكاربوهيدرات متعددة التسكر (سكريات متعددة) كالنشا .

---

6) كيف يتم الكشف عن النشا ؟ (2017 /د 1- موصل) (2016 /د 2) (2017 /د 2) (2017 /د 2 – خ ق) (2017 /د3- موصل) (2018 /د3) (2019 /د 2) (2019 /د 1 – خ ق)

ج/

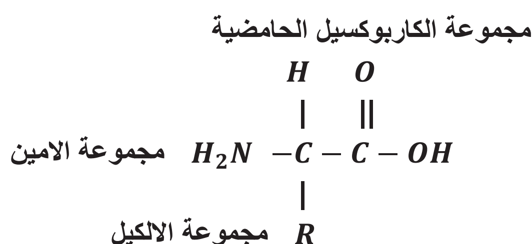
وذلك بأضافة قطرات من محلول النشأ المائي الى محلول اليود في يوديد البوتاسيوم وظهور اللون الازرق دلالة على ان المادة المضافة هي النشأ .

---

7) اكتب الصيغة العامة للاحماض الامينية ؟ ما المجموعتان الوظيفيتان التي تشترك فيها جميع الاحماض الامينية ؟

ج/ (2015 /د 2)

1) مجموعة الكاربوكسيل $(-COOH)$
2) مجموعة الامين $(-NH_2)$



والحمد لله رب العالمين



الطابعي

المركز الرئيسي

شارع الرشيد
مدخل مقهى الزهاوي



1
شارع المتنبي
مجمع نعمان الاعظمي



2
سوق السراي
مقابل نفق جسر الشهداء



3
شارع المتنبي
مجمع الزوراء



4
باب المعظم
مدخل شارع الجمهورية



5
حي الجامعة - شارع الربيع
مقابل مطعم برج الجدي
جوار شركة اسياسيل



1479

